

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL

**" APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA MEJORAR
LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE DESPACHO DE
PRODUCTOS TERMINADOS EN UNA EMPRESA DE
EXPLOSIVOS, CHANCAY - 2023"**

AUTOR: CHOQUEHUANCA TORREL, ERIKA SUSANA
DAMIAN RUIZ, BRIAND JAHIR
QUINTANA ASENCIOS, JUNIOR RICARDO

ASESOR: Dra. ERIKA JUANA ZEVALLOS VERA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Callao, 2024
PERÚ

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD:

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

TÍTULO:

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE DESPACHO DE PRODUCTOS TERMINADOS EN UNA EMPRESA DE EXPLOSIVOS, CHANCAY - 2023”

EJECUTORES:

ERIKA SUSANA CHOQUEHUANCA TORREL / CODIGO ORCID: 0009-0000-9174-1530 / DNI: 77164299

BRIAND JAHIR DAMIAN RUIZ / CODIGO ORCID: 0009-0008-5694-4680 / DNI: 77275463

JUNIOR RICARDO QUINTANA ASENCIOS / CODIGO ORCID: 0009-0002-0636-1010 / DNI: 47808088

ASESOR:

Dra. ERIKA JUANA ZEVALLOS VERA / CODIGO ORCID: 0000-0002-5188-1907/ DNI: 10661202

LUGAR DE EJECUCIÓN:

EMPRESA DE EXPLOSIVOS, CHANCAY 2023

UNIDAD DE ANÁLISIS:

PROCESO DE DESPACHO DE PRODUCTOS TERMINADOS EN UNA EMPRESA DE EXPLOSIVOS, CHANCAY 2023

TIPO/ ENFOQUE/ DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

TIPO APLICADA, ENFOQUE CUANTITATIVO, DISEÑO PRE-EXPERIMENTAL

TEMA OCDE:

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

MIEMBROS DEL JURADO EVALUADOR

- | | |
|-------------------------------------|------------|
| • DR. MORALES CHALCO OSMART RAÚL | PRESIDENTE |
| • MG. SALAZAR MENDOZA HÉCTOR GAVINO | SECRETARIO |
| • MG. FARFÁN AGUILAR JOSÉ ANTONIO | VOCAL |
| • MG. MARILUZ JIMENEZ IVO WILFREDO | SUPLENTE |

ASESOR:

- DRA. ERIKA JUANA ZEVALLOS VERA

N° de Libro: 01

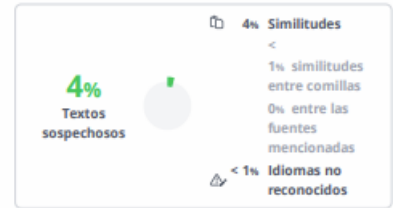
N° de Folio: 41

N° de Acta: 007-2024-III-CTT-II

Fecha de sustentación: 25 de mayo del 2024



1A. CHOQUEHUANCA TORREL, DAMIAN RUIZ, QUINTANA ASENCIOS-TESIS PREGRADO-2024



Nombre del documento: 1A. CHOQUEHUANCA TORREL, DAMIAN RUIZ, QUINTANA ASENCIOS-TESIS PREGRADO-2024.docx
ID del documento: 60da64c4f723c1b6ed825edf243be37901c63a1b
Tamaño del documento original: 9,69 MB

Depositante: FIIS PREGRADO UNIDAD DE INVESTIGACION
Fecha de depósito: 14/5/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 14/5/2024

Número de palabras: 17.970
Número de caracteres: 114.733

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.unjfc.edu.pe 5 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (254 palabras)
2	1A, GARCIA MARQUEZ, RODRIGUEZ VALVERDE-TESIS PREGRADO-2024.doc... #1f87ff El documento proviene de mi biblioteca de referencias 6 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (174 palabras)
3	repositorio.ucv.edu.pe 4 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (105 palabras)
4	repositorio.upla.edu.pe 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (96 palabras)
5	repositorio.ucv.edu.pe 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (95 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.unjfc.edu.pe Metodología Dmaic y productividad del proceso de dist... El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
2	Documento de otro usuario #232ba7 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (26 palabras)
3	1A, ALANYA QUEZADA, FLORES AGUILAR, JERONIMO CANALES-TESIS PR... #a0d460 El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)
4	Documento de otro usuario #4588ba El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (16 palabras)
5	repositorio.upn.edu.pe El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)



ACTA DE SUSTENTACIÓN

ACTA DE SUSTENTACION POR MODALIDAD DE CICLO TALLER DE TESIS
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL

ACTA N° 007-2024-III-CTT-II

Siendo las 12:00 horas del día 25 de Mayo del año 2024, encontrándose reunidos en el Auditorio de la FIIS, el **DR. AUGUSTO CARO ANCHAY**, en representación de la Rectora de la UNAC; el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS** (designado por **Resolución N° 405-2024-CF-FIIS** de la Facultad Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional del Callao, para la evaluación de las Tesis que conllevan a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO INDUSTRIAL**, el que se encuentra conformado por los siguientes docentes ordinarios:

PRESIDENTE	DR. MORALES CHALCO OSMART RAÚL
SECRETARIO	MG. SALAZAR ROBLES HÉCTOR GAVINO
VOCAL	MG. FARFÁN AGUILAR JOSÉ ANTONIO
SUPLENTE	MG. MARILUZ JIMENEZ IVO WILFREDO

Con el quórum reglamentario de ley y de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente se dio inicio al Acto de Sustentación de la Tesis de los Bachilleres: **QUINTANA ASENCIOS JUNIOR RICARDO, DAMIAN RUIZ, BRIAND JAHIR Y CHOQUEHUANCA TORREL ERIKA SUSANA**, quienes, habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO INDUSTRIAL**, sustentan la tesis titulada "**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE DESPACHO DE PRODUCTOS TERMINADOS EN UNA EMPRESA DE EXPLOSIVOS, CHANCAY - 2023**", cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera presencial.

Luego de la exposición, y de la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado de Sustentación y efectuadas las deliberaciones pertinentes, **SE ACORDÓ**: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cuantitativa (**16**) y calificación cualitativa (**Bueno**) a la presente tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 24 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023-CU del 15 de junio del 2023.

Se dio por concluida la Sesión a las 13.00 horas del día 25 de Mayo del 2024.

DR. MORALES CHALCO OSMART RAÚL
Presidente

MG. SALAZAR ROBLES HÉCTOR GAVINO
Secretario

MG. FARFÁN AGUILAR JOSÉ ANTONIO
Vocal

MG. MARILUZ JIMENEZ IVO WILFREDO
Suplente

DEDICATORIA

A Dios, nuestro guiador, que nos da la fuerza para continuar este proceso. A nuestros padres por su amor, dedicación y sacrificio a lo largo de los años y a nosotros mismos, por persistir y lograr uno de nuestros anhelos más preciados.

AGRADECIMIENTO

A nuestra alma mater, la Universidad Nacional del Callao, a nuestros maestros de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, que nos brindaron un conocimiento valioso y una experiencia enriquecedora, que nos permite crecer profesional y personalmente.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	16
ABSTRACT.....	17
INTRODUCCIÓN	18
I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	19
1.2 Formulación del problema.....	27
1.2.1 Problema general	27
1.2.2 Problemas específicos.....	27
1.3 Objetivos.....	27
1.3.1 Objetivo general.....	27
1.3.2 Objetivos específicos	27
1.4 Justificación del estudio.....	27
1.4.1 Justificación práctica.....	27
1.4.2 Justificación teórica	28
1.4.3 Justificación metodológica	28
1.5 Delimitantes de la Investigación.....	29
1.5.1 Teórica	29
1.5.2 Temporal.....	29
1.5.3 Espacial.....	29
II MARCO TEORICO	30
2.1 Antecedentes del estudio	30
2.1.1 Antecedentes nacionales	30
2.1.2 Antecedentes internacionales.....	33
2.2 Bases teóricas.....	36
2.2.1 Historia de la metodología DMAIC.....	36
2.2.2 Metodología Lean	37
2.2.3 Metodología DMAIC y el Six Sigma	37
2.2.4 Metodología DMAIC.....	38
2.2.5 Pasos de la Metodología DMAIC	39
2.2.6 Herramientas de la metodología DMAIC	42
2.2.7 Productividad.....	51
2.2.8 Tipos de productividad	52
2.2.9 La productividad en el Perú	53
2.3 Marco conceptual.....	53

2.3.1	Definición de DMAIC	53
2.3.2	Despacho.....	55
2.3.3	Tiempos de Espera.....	56
2.4	Definición de términos.....	56
III	HIPÓTESIS Y VARIABLES	59
3.1	Hipótesis	59
3.1.1	Operacionalización de variables	59
IV	METODOLOGIA DEL PROYECTO.....	63
4.1	Diseño metodológico	63
4.2	Método de la investigación	63
4.3	Población y muestra.....	64
4.3.1	Población	64
4.3.2	Muestra	64
4.3.3	Muestreo	64
4.4	Lugar de estudio y periodo desarrollado.....	65
4.4.1	Lugar de estudio.....	65
4.4.2	Periodo.....	65
4.5	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	65
4.5.1	Técnica.....	65
4.5.2	Instrumento	65
4.5.3	Análisis y procesamiento de datos.....	65
4.5.4	Aspectos Éticos en Investigación	66
4.6	Estudio técnico.....	66
4.6.1	Desarrollo de la aplicación de la metodología DMAIC.....	66
4.6.2	Análisis costo beneficio	107
V	RESULTADOS	111
5.1	Resultados descriptivos.....	111
5.1.1	Metodología DMAIC.....	111
5.1.2	Definir.....	112
5.1.3	Medir.....	112
5.1.4	Analizar.....	113
5.1.5	Mejorar.....	114
5.1.6	Controlar	114
5.1.7	Productividad.....	115
5.1.8	Eficiencia	116
5.1.9	Eficacia	116

5.2	Resultados inferenciales	117
5.2.1	Prueba de Normalidad - Productividad.....	117
5.2.2	Prueba de Normalidad - Eficiencia.....	118
5.2.3	Prueba de Normalidad - Eficacia.....	118
VI	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	120
6.1	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	120
6.1.1	Contrastación para la hipótesis general	120
6.1.2	Hipótesis específica 1	121
6.1.3	Hipótesis específica 2	122
6.2	Contrastación de los resultados con otros estudios similares	123
6.3	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.....	125
VII	CONCLUSIONES.....	126
VIII	RECOMENDACIONES	127
IX	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	128
X	ANEXOS	133
	Anexo 1 Matriz de consistencia	133
	Anexo 2 Instrumentos de recolección de información.....	134
	Anexo 3. Validación de instrumentos	138
	Anexo 4. Base de datos	144
	Anexo 5. Otros anexos	151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Evaluación de la prioridad de las causas	24
Tabla 2 Matriz de operacionalización de Variable Independiente.....	61
Tabla 3 Matriz de operacionalización de Variable Dependiente	62
Tabla 4 Número de entregables de la metodología DMAIC	67
Tabla 5 Semanas programadas de entregables del DMAIC.....	70
Tabla 6 Presupuesto de la implementación del DMAIC	76
Tabla 7 Equipo del proyecto de implementación del DMAIC.....	78
Tabla 8 Roles del equipo en la implementación del DMAIC.....	78
Tabla 9 Procesos innecesarios identificados en metodología DMAIC	85
Tabla 10 Esperas y demoras identificadas de metodología DMAIC	86
Tabla 11 Datos registrados en el pre test de la implementación del DMAIC	90
Tabla 12 Análisis de Pareto	92
Tabla 13 Cuadro de Causas identificadas en metodología DMAIC	94
Tabla 14 Prioridad de las causas del DMAIC	95
Tabla 15 Matriz de Priorización.....	96
Tabla 16 Soluciones identificadas.....	101
Tabla 17 Implementación de las soluciones.....	102
Tabla 18 Datos registrados en el pre test de la implementación del DMAIC, agosto 2023.....	104
Tabla 19 Variación de la productividad en el periodo junio a diciembre 2023.	105
Tabla 20 Plan de control	106
Tabla 21 Costo de inversión de la implementación de la metodología DMAIC	107
Tabla 22 Análisis de los ahorros en horas extras del personal.....	108
Tabla 23 Análisis de los ahorros por pagos de sobreestadía de camiones	108
Tabla 24 Análisis de ahorro de pago de penalidades por entrega tardía....	109
Tabla 25 Análisis del ahorro total con la implementación	109
Tabla 26 Flujo de caja económico.....	110
Tabla 27 Resultados del análisis del costo beneficio con la implementación..	110

Tabla 28 Resultados descriptivos de la implementación del DMAIC	111
Tabla 29 Resultados descriptivos de la implementación de la etapa Definir ...	112
Tabla 30 Resultados descriptivos de la implementación de la etapa Medir	112
Tabla 31 Resultados descriptivos de la implementación de la etapa Analizar	113
Tabla 32 Resultados descriptivos de la implementación de la etapa Mejorar .	114
Tabla 33 Resultados descriptivos de la implementación de la etapa Controlar	114
Tabla 34 Resultados descriptivos de la productividad	115
Tabla 35 Resultados descriptivos de la eficiencia	116
Tabla 36 Resultados descriptivos de la eficacia	116
Tabla 37 Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) de la productividad	117
Tabla 38 Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) de la eficiencia	118
Tabla 39 Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) de la eficacia	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de causa-efecto	22
Figura 2 Diagrama de Pareto	26
Figura 3 Etapas de la metodología DMAIC	38
Figura 4 Ejemplo de caso de negocio	43
Figura 5 Ejemplo Carta de Proyecto	44
Figura 6 Ejemplo de Gantt de proyecto.....	45
Figura 7 Ejemplo del Diagrama de Actividades del Proceso	46
Figura 8 Ejemplo de mapa de proceso.....	47
Figura 9 Ejemplo de Mapa de flujo de valor	48
Figura 10 Ejemplo Diagrama Ishikawa.....	49
Figura 11 Ejemplo de Diagrama de Pareto	50
Figura 12 Ejemplo de Plan de Control	50
Figura 13 Indicadores de productividad en el Perú	53
Figura 14 Resultados Lista Cotejo Pre Test.....	68
Figura 15 Oficina del Área de despacho	69
Figura 16 Gantt de actividades en implementación del DMAIC.....	73
Figura 17 Carta de proyecto en implementación del DMAIC.....	75
Figura 18 Referencia de cronómetros	77
Figura 19 Referencia de laptops	77
Figura 20 Equipo interno de la implementación del DMAIC	79
Figura 21 Diagrama de Análisis del Proceso de la metodología DMAIC	82
Figura 22 Resumen del Diagrama de Análisis del Proceso del DMAIC.....	83
Figura 23 Mapa de Flujo de Valor de implementación del DMAIC	84
Figura 24 Fotos de esperas y demoras en área de despacho.....	87
Figura 25 Ficha de recolección de datos para la implementación del DMAIC ..	87
Figura 26 Foto de toma de tiempos en área de despacho	88
Figura 27 Ejemplo de datos recolectados en la implementación del DMAIC	89
Figura 28 Diagrama de Ishikawa.....	91
Figura 29 Diagrama de Pareto	93
Figura 30 Análisis de los 5 Por qué's de la primera causa	97
Figura 31 Análisis de los 5 Por qué's de la segunda causa	98

Figura 32 Análisis de los 5 Por qué's de la tercera causa	98
Figura 33 Lluvia de ideas	100
Figura 34 Lecciones aprendidas	107

RESUMEN

En esta investigación que lleva de título, “Aplicación de la metodología DMAIC para mejorar la productividad del proceso de despacho de producto terminado en una empresa de explosivos, Chancay – 2023”, se va a evidenciar que la metodología DMAIC si mejora la productividad del proceso de despacho.

Presentamos que la investigación es de tipo aplicada, teniendo un enfoque cuantitativo. Además, de diseño investigativo experimental, considerando un alcance temporal longitudinal, como consecuencia de las mediciones realizadas en dos tiempos, en un pre y pos.

Se consideró una población y una muestra de 1574 despachos comprendidos desde el periodo de junio a diciembre 2023. A los que se le aplicó los instrumentos de medición establecidos y creados para este estudio, fuentes bibliográficas confiables y de páginas científicas. Además, se utilizó como técnica de recolección de datos a la observación directa. La validación de los instrumentos que se emplearon se llevó a cabo mediante el juicio de expertos. Asimismo, los datos que se obtuvieron se procesaron y analizaron empleando el software SPSS. Los resultados tuvieron una significancia que nos llevan a una discusión coherente con la investigación.

Finalmente, como resultado, se ha obtenido que la implementación de la metodología DMAIC logra mejorar la productividad del proceso de despacho de productos terminados de una empresa del rubro de explosivos de un 57.25% a un 93.59% evidenciando un aumento del 36.34%.

Palabras claves: metodología DMAIC, despacho, producto terminado, aplicación.

ABSTRACT

In this research entitled, “Application of the DMAIC methodology to improve the productivity of the finished product dispatch process in an explosives company, Chancay – 2023”, it will be evident that the DMAIC methodology does improve the productivity of the dispatch process.

We present that the research is of an applied type, having a quantitative approach. In addition, an experimental research design, considering a longitudinal temporal scope, as a consequence of the measurements carried out in two times, in a pre and pos.

A population and a sample of 1,574 offices were considered from the period from June to December 2023. To which the measurement instruments established and created for this study, reliable bibliographic sources and scientific pages were applied. In addition, direct observation was used as a data collection technique. The validation of the instruments that were used was carried out through expert judgment. Likewise, the data obtained were processed and analyzed using SPSS software. The results had a significance that led us to a discussion consistent with the research.

Finally, as a result, it has been obtained that the implementation of the DMAIC methodology manages to improve the productivity of the dispatch process of finished products of a company in the explosives sector from 57.25% to 93.59%, evidencing an increase of 36.34%.

Keywords: DMAIC methodology, dispatch, finished product, application.

INTRODUCCIÓN

Para las grandes organizaciones es fundamental tener un tiempo de despacho productivo que permita asegurar la entrega de lo que esperan los clientes. Por ello, buscan optimizar los tiempos, asegurando un uso eficiente de la capacidad de los transportes asignados y evitando la sobreestadía de estos, ya que esos costos adicionales evidencian una ineficiente gestión. El mayor impacto se denota cuando no se llegase a cumplir con el cliente, considerando que la competencia está a la expectativa de poder incorporarlos dentro de su cartera. Es por ello la importancia de lograr garantizar la mayor satisfacción a los mismos.

Hoy en día una de las prioridades de los gerentes de las empresas peruanas es buscar la optimización de los costos y las operaciones; por ende, buscan emplear metodologías, herramientas y técnicas con las cuales puedan conseguir este objetivo. Y dentro de esta gran gama de mecanismos, la metodología DMAIC cobra protagonismo, siendo esta una interesante alternativa dado que ofrece una secuencia ordenada de etapas que, al seguirlas, permitirán alcanzar el objetivo propuesto.

Ese sendero es el que se recorrerá con el presente estudio, donde el DMAIC buscará generar cambios positivos dentro de la productividad del proceso de despacho. Teniendo otro reto significativo, puesto que la empresa pertenece al rubro de explosivos, siendo productora y comercializadora de estos productos que son utilizados por el sector de la minería y edificación civil. Esta organización que por el contexto actual tiene como prioridad optimizar sus operaciones, quiere seguir manteniéndose competitivo y ofrecer un proceso de llegada de la mercancía que vende en la cantidad y tiempo demandado por el cliente.

I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

En este contexto actual, el brindar una gran satisfacción a los clientes contribuye a garantizar la sostenibilidad de la empresa y que siga perdurando a través de los años. En este punto, un factor clave es realizar los despachos de producto terminado, a los clientes, en el momento que lo requieran, en la calidad esperada y sin sobrecostos. La última catástrofe mundial vivida tuvo consecuencias inimaginables en todos los países del mundo, donde no sólo hubo pérdidas monetarias sino también vidas humanas. Enfocándonos en el contexto económico, la pandemia influyó desfavorablemente a cada sector de la economía, por lo que las industrias tuvieron que erigir estrategias para rediseñar y reformular sus planes de trabajo, de tal forma que se puedan mantener competitivos dentro de las condiciones actuales del mercado.

Según la información presentada por el Banco Mundial (2021), expone que, desde octubre del 2020 hasta enero 2021, los ingresos a nivel global vieron una reducción del 27%, mientras que el 34% de empresas aumentó el empleo del buscador en línea, plataformas que se encuentran en la nube y los medios comunicativos para difundir información. De igual forma, el 17% de las compañías invirtió en equipos celulares nuevos, softwares digitales que brinden soluciones o programas informáticos. Dando visibilidad que existen brechas y oportunidades para mejorar en los diferentes procesos, que permitan cubrir las necesidades que demanda el nuevo contexto.

En esa misma línea, Ortiz y Neira (2020) ilustran que, realizaron un trabajo de investigación dentro de una organización que ofrece la distribución de mercancías a diferentes destinos en Medellín como su principal atributo para generar rentabilidad. En ese estudio, concluyeron que las causas raíz que generaban las demoras dentro de su principal proceso fueron: el poder de respuesta para atender a

los requerimientos de los clientes, la falta de compromiso del personal que desarrolla el proceso, la carencia de herramientas digitales para automatizar la logística y toda la información creada de la ejecución de las actividades. Información que debe ser sintetizada y procesada rápidamente para tomar decisiones importantes, siendo fundamental tener ese conocimiento a la brevedad posible. Es por ello que realizaron una propuesta y diseño de una herramienta que permite aminorar los tiempos improductivos y acortar el lead time de despacho de mercancías, empleando equipos tecnológicos con el objeto de conseguir automatizar la data y un mayor control de los ratios claves para los clientes.

Reyes et al. (2018) recalcó que, la relevancia del abastecimiento de la mercadería para el crecimiento de un país que lidia en conseguir un avance sostenible. Siendo así, el comercio de productos juega un papel crucial, visto que ya no sólo se centra en producirlo sino en la medida que los clientes lo reciben, donde el jaleo son las multas o inclusive el declive, la pérdida de capitales.

En Europa, percibieron a la productividad como una forma dual, la primera son las nuevas empresas típicamente con crecimiento de productividad reducido y las otras, son las grandes empresas que van en alza, pero no siempre son productivas (Müller, 2019, p. 5).

En Latinoamérica, una investigación efectuada por Allub y Juncosa (2019, párr. 5) detallan que, la baja productividad no necesariamente es sectorial, quiere decir, que varias veces es probable que se encuentre en los procesos productivos de cada empresa. Muchas de estas compañías destinan factores deficientes a sus procesos lo que provoca que su productividad sea deficiente.

En el Perú Céspedes, Lavado y Rondán (2020, p. 3) evidencian que, la productividad permitirá que la estrategia de expansión tenga gran acogida cumpliendo con los objetivos de agregar valor a la evolución de las compañías a la nueva era actual.

Llevando el tema al contexto nacional, Maraví et al. (2019) evidenciaron que, el aumento exponencial de la población no es una variable favorable para cumplir con atender en el momento oportuno el traslado y despacho de la mercadería asignada. Puesto que las condiciones del asfaltado, pistas en construcción y cultura de los conductores nacionales no brindan las facilidades para que los transportistas puedan hacer la descarga en lugares debidamente estratégicos, ya que por lo general utilizan vías públicas, ocasionando demoras y con el riesgo de incurrir en sanciones de tránsito por utilizar espacios públicos como si fueran de propiedad privada.

Esta empresa peruana del rubro de explosivos se dedica al diseño, fabricación y comercialización de productos de altos explosivos y agentes de voladuras para diferentes clientes del sector minero y construcción civil. Por ello, tiene como objetivo lograr la eficiencia y mejora de sus procesos para seguir brindando a sus clientes el mejor servicio de atención. Más aún que esta empresa actualmente se encuentra con problemas de baja productividad en su proceso despacho de producto terminado.

Considerando lo expuesto en el párrafo anterior, se realizó una identificación de las causas que provocan el problema, utilizando el Diagrama causa-efecto, ver Figura 1.

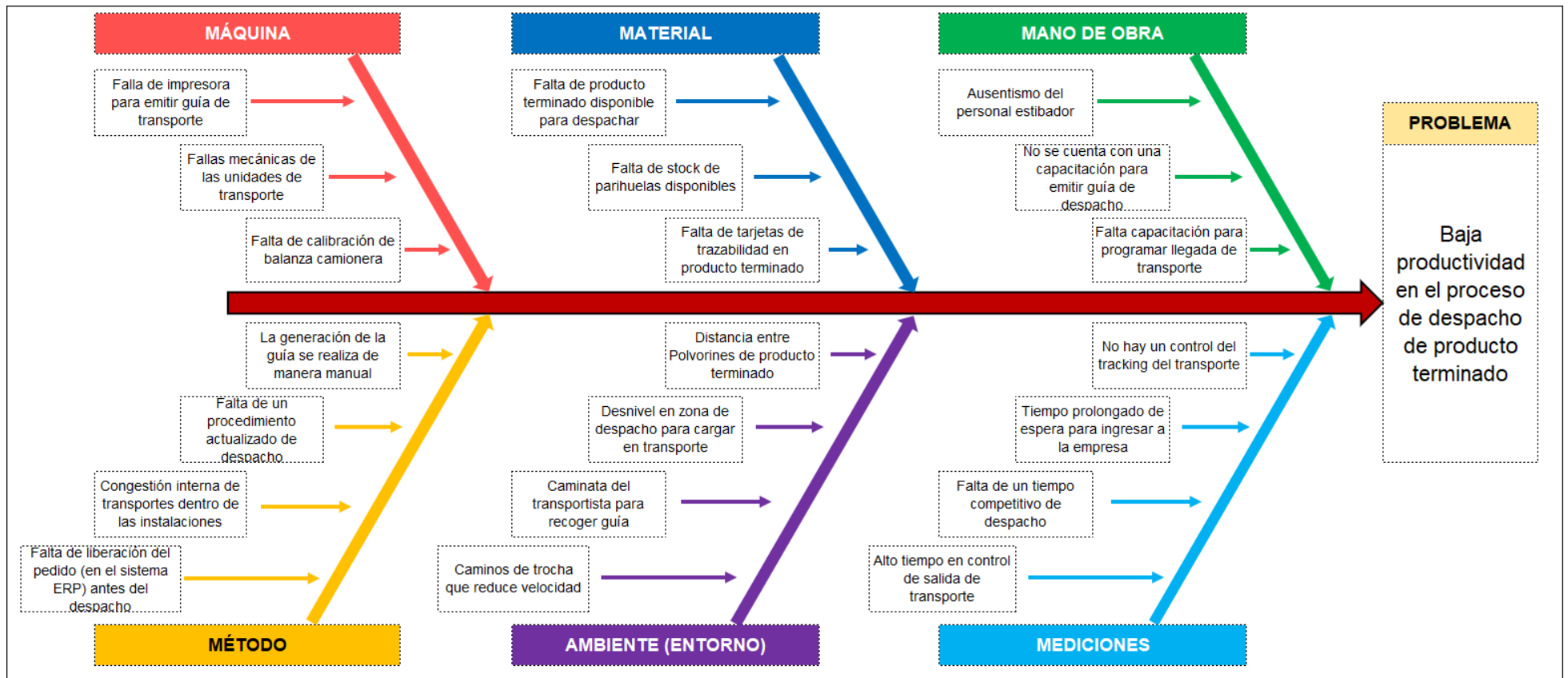


Figura 1 Diagrama de causa-efecto

Fuente: Elaboración por los autores

Realizando un levantamiento de información mediante el diagrama de causa-efecto, se identificó las causas que están afectando a la baja productividad en el proceso de despacho de producto terminado, las cuales son las siguientes: Falta de producto terminado disponible para despachar, congestión interna de transportes dentro de las instalaciones, falta de liberación del pedido (en el sistema ERP) antes del despacho, distancia entre polvorines de producto terminado, caminata del transportista para recoger guía, caminos de trocha que reduce velocidad, alto tiempo en control de salida de transporte, tiempo prolongado de espera para ingresar a la empresa, falta de un tiempo competitivo de despacho, tiempo prolongado de espera para ingresar a la empresa, falta de un procedimiento actualizado de despacho, no hay un control del tracking del transporte, ausentismo del personal estibador, desnivel en zona de despacho para cargar en transporte, fallas mecánicas de las unidades de transporte, falta de tarjetas de trazabilidad en producto terminado, falta de stock de parihuelas disponibles, la generación de la guía se realiza de manera manual, falta de calibración de balanza camionera, falla de impresora para emitir guía de transporte, y por último, no se cuenta con una capacitación para emitir guía de despacho.

Con el análisis que se realizó con la herramienta de calidad, el siguiente paso fue determinar las frecuencias de las causas en la investigación inicial y el impacto que generaron dentro del proceso de despacho de producto terminado. Multiplicando la frecuencia e impacto, se cuantificó la prioridad de las causas y con ello se estableció las causas raíz. Las cuales se acomodaron de mayor a menor, el resultado alcanzando se visualiza en la Tabla 1.

Tabla 1 Evaluación de la prioridad de las causas

CAUSAS	FRECUENCIA	IMPACTO	PRIORIDAD	%	% Acumulado
Falta de producto terminado disponible para despachar	10	10	100	25.2%	25%
Congestión interna de transportes dentro de las instalaciones	10	10	100	25.2%	50%
Falta de liberación del pedido (en el sistema ERP) antes del despacho	10	10	100	25.2%	76%
Distancia entre Polvorines de producto terminado	7	5	35	8.8%	84%
Caminata del transportista para recoger guía	5	2	10	2.5%	87%
Caminos de trocha que reduce velocidad	5	2	10	2.5%	89%
Alto tiempo en control de salida de transporte	2	2	4	1.0%	90%
Tiempo prolongado de espera para ingresar a la empresa	2	2	4	1.0%	91%
Falta de un tiempo competitivo de despacho	2	2	4	1.0%	92%
Tiempo prolongado de espera para ingresar a la empresa	2	2	4	1.0%	93%
Falta de un procedimiento actualizado de despacho	2	2	4	1.0%	94%
No hay un control del tracking del transporte	2	2	4	1.0%	95%
Ausentismo del personal estibador	2	2	4	1.0%	96%
Desnivel en zona de despacho para cargar en transporte	2	2	4	1.0%	97%
Fallas mecánicas de las unidades de transporte	2	2	4	1.0%	98%
Falta de tarjetas de trazabilidad en producto terminado	1	1	1	0.3%	99%
Falta de stock de parihuelas disponibles	1	1	1	0.3%	99%
La generación de la guía se realiza de manera manual	1	1	1	0.3%	99%
Falta de calibración de balanza camionera	1	1	1	0.3%	99%
Falla de impresora para emitir guía de transporte	1	1	1	0.3%	100%
No se cuenta con una capacitación para emitir guía de despacho	1	1	1	0.3%	100%

Cuantificación de Frecuencia:

10	Siempre
7	Casi Siempre
5	A veces
2	Casi Nunca
1	Nunca

Cuantificación de impacto:

10	Muy alto
7	Alto
5	Medio
2	Bajo
1	Muy bajo

Fuente: Elaboración por los autores

En la Tabla 1, se evidencia los porcentajes de prioridades de las causas: Falta de producto terminado disponible para despachar representa el 25.2%, congestión interna de transportes dentro de las instalaciones representa el 25.2%, falta de liberación del pedido (en el sistema ERP) antes del despacho representa el 25.2%, distancia entre polvorines de producto terminado representa el 8.8%, caminata del transportista para recoger guía representa el 2.5%, caminos de trocha que reduce velocidad representa el 2.5%, alto tiempo en

control de salida de transporte representa el 1%, tiempo prolongado de espera para ingresar a la empresa representa el 1%, falta de un tiempo competitivo de despacho representa el 1%, tiempo prolongado de espera para ingresar a la empresa representa el 1%, falta de un procedimiento actualizado de despacho representa el 1%, no hay un control del tracking del transporte representa el 1%, ausentismo del personal estibador representa el 1%, desnivel en zona de despacho para cargar en transporte representa el 1%, fallas mecánicas de las unidades de transporte representa el 1%, falta de tarjetas de trazabilidad en producto terminado representa el 0.3%, falta de stock de parihuelas disponibles representa el 0.3%, la generación de la guía se realiza de manera manual representa el 0.3%, falta de calibración de balanza camionera representa el 0.3%, falla de impresora para emitir guía de transporte representa el 0.3% y por último, no se cuenta con una capacitación para emitir guía de despacho representa el 0.3%. Con la información obtenida, se elaboró el diagrama de Pareto de las causas como se muestra en la Figura 2.

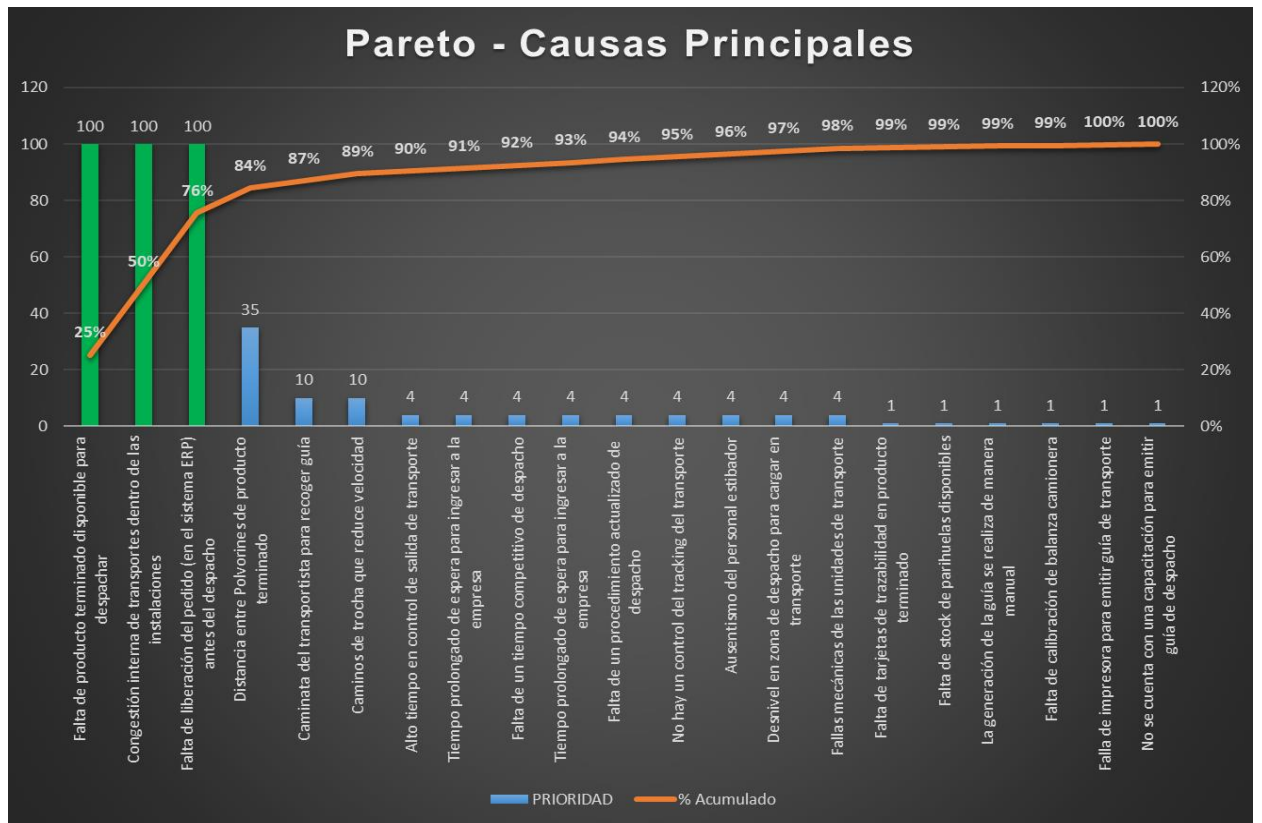


Figura 2 Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración por los autores

Como se aprecia en la figura 2, se realizó el diagrama de Pareto donde identificamos que el 76% de los problemas son provocados por tres causas más significativas (falta de producto terminado disponible para despachar, congestión interna de transportes dentro de las instalaciones y falta de liberación del pedido antes del despacho), que nos están generando una baja productividad en el proceso de despacho de producto terminado. Es por ello, que se revisó con el Coordinador de almacenes la necesidad de aplicar la metodología DMAIC para reducir este tiempo de las unidades de transporte dentro de las instalaciones de la empresa. El DMAIC es una metodología que se utiliza de forma interna en la empresa para desarrollar e implementar proyectos de mejora de procesos. Así, tras determinar la dificultad del proceso, se pudo formular el problema de esta investigación.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera la aplicación de la metodología DMAIC mejora la productividad del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023?

1.2.2 Problemas específicos

¿De qué manera la aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023?

¿De qué manera la aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficacia del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar como la aplicación de la metodología DMAIC mejora la productividad del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.

1.3.2 Objetivos específicos

Probar como la aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.

Probar como la aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficacia del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.

1.4 Justificación del estudio

1.4.1 Justificación práctica

Arias y Covinos (2021) aportan que, esta justificación busca mejorar una situación o problema en específico.

En el presente estudio se aplica esta justificación debido a que mediante la implementación de la metodología DMAIC se quiere mejorar la productividad del proceso de despacho de productos terminados, logrando una mejor atención y siendo competitivos para los clientes.

1.4.2 Justificación teórica

Arias y Covinos (2021) señalan que, dicha justificación se expone cuando el investigador busca proveer al conocimiento del fenómeno en estudio.

El conocimiento que se aporta se evidencia en el desarrollo de la implementación de la metodología DMAIC, en donde, por medio de herramientas lean, aportarán otro enfoque de aplicación, que no es centralizada exclusivamente en herramientas estadísticas.

La comparación de resultados se realizará con otras investigaciones que traten temas semejantes al investigado, para ampliar el conocimiento sobre la metodología DMAIC.

1.4.3 Justificación metodológica

Una justificación de carácter metodológico se exhibe cuando la investigación que se va a desarrollar formula una nueva estrategia que permite formar información fiable y efectivo (Bernal, 2016, p. 107).

La presente investigación expone su importancia en base su justificación metodológica, puesto que se aplicó la técnica de la observación directa y se diseñaron instrumentos de compilación de información que estén centrados en registrar datos de la metodología DMAIC y la productividad del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay – 2023.

Los instrumentos fueron diseñados en correlación con las características necesarias que requiere la empresa, con la finalidad de que los datos conseguidos sean legítimos y verídicos para su tratamiento y análisis. De esta manera, los resultados generados se posicionan como referentes para el uso de investigadores que realicen temas semejantes al presentado.

1.5 Delimitantes de la Investigación

1.5.1 Teórica

La delimitante teórica se emplea en esta investigación, puesto que hoy en día la información existente es exigua con relación a la metodología DMAIC y la productividad en el despacho de producto terminado. Asimismo, se debe considerar que en la metodología DMAIC sólo se está utilizando herramientas de gestión “Lean” y aplicando a los procesos de despachos nacionales.

1.5.2 Temporal

El delimitante temporal del presente estudio engloba un intervalo de 7 meses de investigación comprendido desde el mes de junio a diciembre del 2023. Considerándose 26 semanas en total: 13 semanas de pre test y 13 semanas de post test. Asimismo, se está considerando 2 semanas de normalización.

1.5.3 Espacial

El desarrollo del presente estudio se realizó en las instalaciones de una empresa de explosivos, en la sede de Chancay, ubicada en la Carretera Norte Incapampa km.57 (Chancay 15130) - LIMA - HUARAL.

II MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 Antecedentes nacionales

Guidotti (2021) en su investigación cuyo objetivo fundamental es determinar de qué manera la aplicación de la metodología DMAIC influye en la productividad de una compañía textil. El estudio es de tipo aplicado, con un diseño experimental, de tipo cuasi experimental. Se tomó como población a toda la confección de prendas con estampado durante un intervalo de seis meses, desde octubre del 2020 hasta marzo del 2021, para su muestra se utilizó el muestreo no probabilístico, considerando 3 meses pre y 3 meses post de aplicada dicha metodología. Para el estudio se empleó como técnica a la observación directa e instantánea, además el instrumento empleado fue la ficha de observación y las fichas de registro. En el estudio se concluyó que la implementación de la metodología DMAIC genera un aumento de la productividad en un 26.78%, pasando de un valor inicial de 58.68% a un valor de 85.46%. Además, como se sabe la productividad esta dimensionada en eficiencia y eficacia; viéndose estas variables afectadas positivamente. Tal y como se menciona en la investigación; la eficiencia subió de un 76.46% a un 93.15%, mientras que la eficacia se incrementó un 15%, pasando de 76.74% a un 91.74%.

Podemos opinar que la metodología DMAIC genera resultados positivos sobre la variable productividad de una empresa, influyendo de igual manera en las dimensiones de la variable, en la eficacia y eficiencia.

Criado y Puelles (2021) en su estudio tiene como propósito aumentar la productividad de los almacenes de una empresa agrícola agroexportadora ubicada en Ica. El método empleado fue de tipo aplicada, con un diseño experimental donde se contó con un pre test y un post test, además de poseer un enfoque cuantitativo con alcance longitudinal. La observación de manera directa fue la técnica aplicada para conseguir datos, y para ello se usaron fichas de registro y toma de tiempos. Para la población de la investigación se consideró a los procesos o movimientos diarios del área de almacén y en cuanto a la muestra se consideró un periodo de pre test de 30 días laborales entre enero-febrero del año 2021 y un post test de 30 días laborales entre abril-mayo del año 2021. Los resultados mostraron que se logró incrementar de la productividad en 34.6%, pasando de un valor inicial promedio de 49,9% hasta alcanzar un 84,5%. Se concluye la metodología DMAIC contribuye a incrementar la eficiencia en 24,72% y la eficacia en 16.38% permitiendo así aumentar la productividad de los almacenes de la agrícola.

Alvines (2021) en su estudio, su objetivo es determinar como la aplicación de DMAIC incrementa la productividad de la línea de yogurt bebible en una industria de lácteos con sede en Lima. Este estudio es aplicado y presenta un enfoque cuantitativo; además, se empleó la observación directa como técnica de recopilación de datos y aplicaron la ficha de observación como instrumento. Para el estudio se consideró como población a la totalidad de yogurt bebible, en su variedad de sabores, durante las jornadas productivas en un periodo de 30 días, se consideró como muestra a toda la población anteriormente mencionada, dentro de un plazo de pre test en enero 2021 y un post test en marzo 2021. Luego de la

implementación del DMAIC, los resultados evidenciaron un incremento de la productividad en 105.93 kg/HH equivalente a un aumento del 22.03% en la línea de envasado. La eficiencia y eficacia también se ven afectadas positivamente aumentados en 12,96% y 14,5% respectivamente.

Bernal (2019) en su estudio tiene como objetivo resolver si la aplicación la metodología DMAIC aumenta la productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA. La tesis es de tipo aplicada con un estudio de diseño cuasi experimental y longitudinal de modelo pre test y post test, para estipular de manera estadística la influencia de una variable sobre la otra. Consideraron que la población son todos los procesos de distribución de combustibles líquidos el plazo de una semana (7 días) en el intervalo de los meses de enero a diciembre del 2018, siendo 52 semanas, la muestra será igual a la población. Se utilizó el análisis documental como técnica, ello con relación al informe de datos de compra y venta brindados por la empresa para evaluar el valor de los indicadores requeridos; también se aplicó la observación directa en el proceso utilizado por la empresa para la distribución del producto. Los resultados primordiales son el aumento de la eficiencia de 95.72% hasta un 97.65%, observando un alza del 1.93%; también se mejoró la eficacia del proceso, inicialmente de 95.16% hasta un 97.29%, notándose una variación de 2.13%. Otro resultado relevante fue la variación del nivel sigma de proceso, pasando de un 3.16 a un 3.43. Finalmente, luego del análisis estadístico inferencial, donde se utilizó la prueba T de Student se llegó a la conclusión de aceptar las hipótesis de la investigación.

Álvarez (2021) en su tesis, su objetivo es determinar como la aplicación de la mejora de procesos del sistema de almacenamiento tiene efecto en la productividad de una ferretería. Se observa que la investigación es de tipo aplicada, de nivel explicativo, y guarda un diseño cuasi experimental; se contempló una población compuesta por los procesos del sistema de almacenamiento de la empresa, estableciendo 3 meses antes de la mejora, y posteriormente, los registros después de 3 meses de realizadas las mejoras de procesos utilizando el DMAIC, se tomó una muestra de tipo censal por ello es idéntica a la población. Las técnicas para medir las variables fueron la observación y el registro documental que se basa en preguntas orientadas al responsable del proceso. La medición de la productividad fue mediante la Ficha de observación, calculándose mediante la división entre el porcentaje de la eficiencia por la eficacia. Se logró incrementar la variable productividad en un 35.5 %, pasando inicialmente de un 59.7% a una productividad de 92.5%, después de la aplicación de la mejora. De una eficiencia en promedio de 71% a 97.99% y una eficacia de 84% a 94.5%.

2.1.2 Antecedentes internacionales

Domínguez (2023) en su estudio tiene como objetivo implementar la metodología DMAIC en el área de cultivo de la florícola para el acrecentar la productividad. Se utilizó métodos deductivos e inductivos además un tipo de investigación descriptiva y documental, para la investigación se consideró una población de 2400 mallas de flores por semana y se tomó como muestra a 331 mallas de flores. Las técnicas aplicadas para el acopio de datos fueron la observación directa y la entrevista. Los resultados de la utilización de la metodología DMAIC mostraron que hubo un alza total del 5.92% de la

productividad. El desarrollo de la metodología DMAIC permitió desplegar soluciones para arreglar el problema de calidad encontrado, obteniendo cambios relevantes para el proceso.

Castaño y Sánchez (2021) en su tesis cuyo objetivo fue desarrollar un modelo de mejoramiento de la productividad basado en herramientas Lean Six Sigma para una fábrica de productos de chocolate, maximizando los resultados de la fuerza laboral. Se aplicó una investigación descriptiva y se empleó la encuesta como instrumento de recopilación de datos, además también consideraron fuentes primarias tales como documentación escrita. En la investigación se consideró como población a la producción total en cantidades comprendidos en el periodo de junio 2020 hasta mayo 2021, además de considerar al total de kilogramos producidos y el costo de mano de obra por cartón, su muestra considera a toda la población de la investigación. Los resultados muestran que luego de la implementación de la metodología se mejoró un 36% la productividad de la mano de obra, y con ello redujo el costo dentro del proceso ya que se decidió pasar de un total de 9 personas a 6 personas.

Moretta y Quezada (2019) en su tesis tiene como objetivo ampliar al menos un 24% el número de cajas producidas al final de la línea de empaque de mango para la temporada 2020. El estudio es de tipo aplicada; además la técnica de acumulación de datos usado en la investigación fue observación y revisión de datos históricos, mientras que los instrumentos aplicados fueron la entrevista a clientes internos y la medición de tiempos. Se consideró como población las cantidades generadas en la producción de mango, y se tomó como muestra los datos históricos del mes de noviembre del

año 2018. Los resultados de la implementación demostraron que la compañía logró incrementar un 24% la productividad de la línea empacadora de mango, logrando alcanzar la meta de producir 7,371 cajas por hora.

Adeodu, Kanakana-Katumba y Maladzhi (2020) en su estudio, cuyo objetivo es mejorar los tiempos muertos como residuos de fabricación en una empresa papelera. Se aplicó un diseño de análisis tanto cuantitativo como cualitativo. Se tomó como población a toda la producción de las máquinas y se utilizó como muestra a la producción de las máquinas durante un periodo de 4 meses, de junio a setiembre del año 2020. En el análisis se manejó como técnica la observación directa y la revisión de documentos, además el instrumento que se aplicó fue la entrevista, además se utilizaron herramientas como el indicador de eficiencia general del equipo, los diagramas de Ishikawa y de Pareto. Los resultados del análisis Pareto permitieron identificar que la sección de impresión contribuía con la mayor parte del problema. Las conclusiones muestran que la aplicación del DMAIC redujo el tiempo de inactividad inicial de 4,348 seg.; que representa un 32,6% del tiempo ciclo, a 1,448 seg.; representando ahora un 11% del tiempo ciclo, ahorrando así costos de mano de obra.

Maryadi e Ichtiarto (2021) su investigación, su objetivo es aminorar el tiempo total de entrega del proceso y eliminar el desperdicio del proceso en toda la cadena de suministro interna. Esta investigación es tanto analítica como explicativa. Se tomó como población a todos los registros de tiempo de entrega de la cadena de suministros interna, estos mismos se utilizaron como muestra, pero en un intervalo comprendido en el periodo de agosto del año 2021. Para el estudio se empleó

como técnica a la observación directa, además el instrumento manejado fue la ficha de registro para la toma de tiempos. Inicialmente el tiempo total de entrega del proceso de cadena de suministro interna duraba 14 días y 397 minutos, luego de la implementación se obtuvo una reducción de dicho tiempo de entrega, siendo ahora 10 días y 196 minutos, con ello se observa se logró disminuir en 38,7% el tiempo de entrega del proceso.

Podemos añadir que los hallazgos del estudio demuestran que el uso del DMAIC puede reducir el tiempo de entrega en los procesos, debido a que permite identificar las actividades sin valor agregado y con ello se puede aplicar un rediseño de las actividades del proceso.

2.2 Bases teóricas

Presentamos la base teórica sobre la cual se fundamenta el presente estudio:

2.2.1 Historia de la metodología DMAIC

La historia surge con la creación del Seis Sigma, que comienza a desarrollarse en los ochenta.

En 1981, la gerencia de Motorola, compañía de aparatos electrónicos, iniciaron una serie de acciones continuas con el objetivo de multiplicar por diez la calidad y satisfacción de sus clientes en un periodo de cinco años. El origen de Six Sigma en la empresa Motorola empezó cuando el ingeniero Mikel Harry comenzó a intentar que la corporación analice la variación en los procesos (empleando los conceptos de Deming) como una forma de optimizar los mismos (Socconini y Escobeno, 2021, p. 11).

Para Sánchez (2005) “La historia del Seis Sigma comienza a desarrollarse y probarse en la empresa Motorola durante los

años ochenta. En 1983, Bill Smith; padre del Six Sigma, determinó que, si un producto era defectuoso y se corregía en el transcurso de la producción, entonces otros desperfectos posiblemente se estaban pasando por alto y luego serían encontrados por los clientes. Ante ello argumentó que, si los productos estaban libres de defectos, por consiguiente, seguramente no les fallaría luego a los clientes. Posteriormente, Mikel Harry, fundador del instituto de investigación Seis Sigma de Motorola, mejoró la metodología, para no solo descartar las pérdidas en los procesos, sino también apoyar en el crecimiento.” (p. 16)

2.2.2 Metodología Lean

Las herramientas Lean buscan suprimir las deficiencias de los procesos y reorganizarlos para hacerlos más efectivos, veloces y ágiles al momento de atender a las necesidades de los clientes, mientras que Six Sigma busca también optimizar los procesos, aunque en un sentido más amplio, que engloba eficiencia, calidad y niveles de servicios (Socconini y Escobeno, 2021, p. 15).

2.2.3 Metodología DMAIC y el Six Sigma

Para Gonzáles et al. (2023, p. 2185) La metodología DMAIC es un procedimiento ordenado para solventar problemas es extensamente empleado en procesos, se vincula reiteradamente con actividades Six Sigma para la gestión y conclusión de proyectos. No obstante, DMAIC no está obligatoriamente vinculado formalmente a Six Sigma y se puede emplear independientemente por parte de una empresa. Es un método muy general. Por ejemplo, proyectos lean que se focalizan en la disminución del tiempo de ciclo, el aumento del

rendimiento y la supresión de desechos se pueden ejecutar de manera fácil y eficiente utilizando DMAIC.

2.2.4 Metodología DMAIC

Las letras DMAIC integran un acrónimo de los cinco pasos: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. El marco DMAIC promueve el pensamiento creativo sobre el problema y su solución, dentro de la descripción original del producto, proceso o servicio (González et al., 2023, p. 2185).

Con la implementación del método DMAIC se busca eliminar desperdicios y todas las acciones que no produzcan un valor agregado a la cadena de suministro. En la Figura 3 se puede visualizar las cinco fases en el DMAIC.

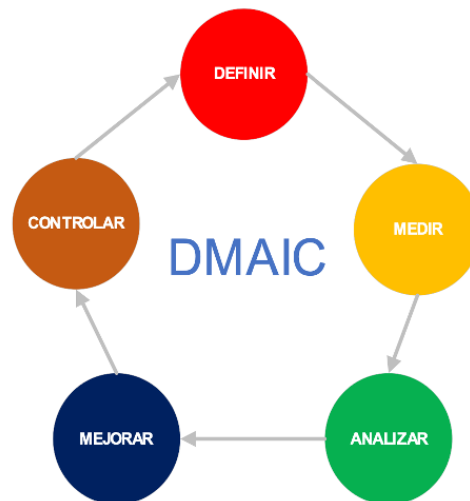


Figura 3 *Etapas de la metodología DMAIC*

Fuente: Guamán et al. 2023, pág. 34

a) Definir

En la primera fase se debe detallar el problema, documentar el proyecto, constituir el equipo, definir el rol de los integrantes y obtener el apoyo de la gerencia.

b) Medir

La segunda fase consiste en especificar el proceso detalladamente, de manera que se entienda cada paso y se adquieran datos, también se debe valorar los métodos de medición. Se mapea el proceso, se valoran los parámetros y se observa la capacidad general del proceso. Además, es recomendable que los datos obtenidos sean expresados gráficamente para una mejor comprensión de su comportamiento.

c) Analizar

La tercera fase consta en valorar la capacidad del proceso y cotejarlo con los objetivos del proyecto. Lo fundamental en esta fase es diagnosticar cuales son las variables que originan variación y son la principal causa de los problemas. Con ello se reducen las numerosas posibles causas del problema.

d) Mejorar

Luego de haber analizado la situación de los procesos, la cuarta fase consiste en plantear mejoras que permitan optimizar y reforzar dichos procesos; de tal manera que se asemejen a los objetivos planteados en al inicio del proyecto. Se implementan cambios en el proceso y además es fundamental validar las mejoras implementadas.

e) Controlar

En esta quinta fase de la metodología DMAIC debemos de centrarnos en controlar y dar seguimiento a los nuevos procesos, además de buscar mejorar continuamente.

2.2.5 Pasos de la Metodología DMAIC

Para Socconini y Escobeno (2021) La metodología conocida como DMAIC consiste en emplear un proceso distribuido en cinco fases para los proyectos o planes (p. 15).

a) Definir

Socconini y Escobeno (2021, p.15) exponen que, en la fase Definir se deben Identificar los probables proyectos DMAIC, es necesario que estén en línea con los planes estratégicos de la empresa y ser valorados por la alta gerencia para evitar el desaprovechamiento del capital. Luego de elegir el proyecto, se elabora su misión y se selecciona el equipo o grupo idóneo para la ejecución del plan.

Socconini y Escobeno (2021, p.22) señalan que, los detalles de la definición se acreditan en la carta proyecto siendo sus actividades claves las siguientes:

- Definir el caso del negocio.
- Describir el propósito del proyecto.
- Definir el objetivo, alcance y los entregables del proyecto.
- Definir el rol o papel de los miembros del equipo, junto con sus obligaciones o responsabilidades.
- Disponer los recursos indispensables.
- Instaurar los métricos.
- Hacer un programa preliminar de implementación.

b) Medir

Socconini y Escobeno (2021, p.51) informan que, en esta fase los objetivos son:

- Describir detalladamente el procedimiento para integrar los puntos de decisión que serán necesarios medir y la funcionalidad de las operaciones.
- Incluir las características esenciales del producto o servicio y los factores que afectan el desempeño de las operaciones.
- Definir el método de medición o evaluación para cuantificar o cifrar los errores asociados con las métricas.

- Obtener datos, clasificarlos y realizar mediciones preliminares para determinar el desempeño o capacidad del proceso, se estima la línea base.

c) Analizar

Socconini y Escobeno (2021, p.15) constatan que, en la fase

Analizar:

- El equipo usa información y datos de resultados actuales e históricos para desarrollar y verificar hipótesis sobre probables relaciones causa-efecto, aplicando las herramientas adecuadas.
- Se debe corroborar los determinantes del procedimiento, o sea, los factores claves o cruciales de entrada o “pocos vitales” que influyen a las variables de respuesta.

d) Mejorar

Socconini y Escobeno (2021, p.15) pronuncian que, en la fase

Mejorar:

- El equipo debe de diagnosticar la correlación causa-efecto. Y generar posibles soluciones.
- Con ello hay tomar acciones para mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso.
- Se determinada el rango operacional de los parámetros o variables de entrada. Verificando que las acciones de mejora estén dando los resultados esperados.

e) Controlar

Socconini y Escobeno (2021, p.15) transmiten que, en la fase

Controlar:

- Las acciones radican en planificar los controles imprescindibles para garantizar que lo logrado en las fases anteriores se sostengan una vez que se hayan implantado los cambios.

- Elaborar un plan de control, que radica en una lista de acciones que se deben llevar a la práctica para asegurar el mantenimiento de las mejoras en el proceso.
- Cuando se hayan alcanzado los objetivos y el proyecto se dé por finiquitado, el grupo hará un reporte a la dirección y se desintegrará.

2.2.6 Herramientas de la metodología DMAIC

Existen herramientas Lean que se aplican durante las 5 fases del proceso DMAIC, las herramientas aplicadas en el presente proyecto son las siguientes:

a) Caso de negocio

Es una investigación documentada acerca de la factibilidad económica de un proyecto; además, se señala la validez del proyecto y la aprobación para su realización. También se definen los objetivos o los motivos por los cuales se debe iniciar el proyecto.

Para Socconini y Escobeno (2021, p.22) El uso de la herramienta sirve para reconocer las áreas problemáticas u objeto de mejora donde el proyecto puede ser necesario. Adicionalmente, proporciona una definición resumida de las propiedades de una situación y una evaluación del valor potencial de la implementación de un proyecto.

En la figura 4 nos muestra un modelo de esta herramienta, donde se muestra datos relevantes como el indicador estratégico, el área de la empresa, los problemas y el costo que estos generan.

1. CASO DE NEGOCIO

Como compañía, el desempeño de nuestro (indicador estratégico) para el área de (escribir área) no está cumpliendo la meta de (escribir meta). Esto está causando problemas de (escribir problemas) los cuales suponen anualmente un costo aproximado de: (escribir cantidad).

Figura 4 *Ejemplo de caso de negocio*

Fuente: Socconini y Escobeno, 2021, pág. 23

b) Carta del proyecto

Para Socconini (2020, p. 26) “Las especificaciones de la definición del proyecto se registran en la carta del proyecto, y este se actualiza con aprobaciones si es necesario”

Documento que engloba los datos de definición del proyecto, los cuales son el caso de negocio o información del problema, el propósito, objetivo, los entregables de cada fase y el alcance. Además, contiene roles, responsabilidades, recursos necesarios y métricos adicionales (Socconini, 2020, p. 345).

Como se aprecia en la Figura 5, Socconini (2020, p. 26) menciona que la información clave de esta herramienta son: la definición del caso de negocio, el propósito, objetivos del proyecto, el alcance, los roles y responsabilidades, recursos y métricos.

Carta de definición de proyectos Lean Six Sigma		Proyecto #		
Nombre del iniciador		Fecha inicio		
Fecha		Fecha esperada fin		
Documento #		Fecha real fin		
1. CASO DE NEGOCIO				
Como compañía, el desempeño de nuestro (indicador estratégico) para el área de (escribir área) no está cumpliendo la meta de (escribir meta). Esto está causando problemas de (escribir problemas) los cuales suponen anualmente un costo aproximado de: (escribir cantidad).				
2. PROPÓSITO (CTQ a mejorar)				
CTQ	Línea base			
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO				
CTQ	Línea base	Objetivo	Ahorro	
4. ALCANCE				
5. ROLES Y RESPONSABILIDADES				
	Nombre	Correo electrónico	Teléfono/Movil	
Campeón:				
Patrocinadores:				
Líder:				
Miembros del equipo:				
6. RECURSOS				
7 MÉTRICOS				
Núm.	Métrico	Actual	Objetivo	Comentario
Elaborado por:		Fecha:	Firma:	
Aprobado por:		Fecha:	Firma:	

Figura 5 Ejemplo Carta de Proyecto

Fuente: Socconini, 2020, pág. 28

c) Gantt del proyecto

Para Socconini (2020), el “Gantt del proyecto consiste en un plan semanal con tiempos estimados, donde se agenda las actividades que constituyen cada una de las fases de la metodología DMAIC” (p. 348).

“El plan debe ser comunicado y analizado semanalmente ya que es fundamental para el éxito del proyecto, deben de participar los dueños del proceso, miembros del equipo.” (Socconini, 2020, p. 36)

En la figura 6 se observa que el Gantt se divide en las 5 fases del DMAIC, y se estiman los tiempos semanales de desarrollo de cada fase, colocando fechas de inicio y de fin.

	Duración	Inicio	Fin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Definir	13	06/01/2021	19/01/2021	█																
Definir el proyecto y desarrollo de la carta de proyecto	7	06/01/2021	13/01/2021	█																
Definir el proceso y los criterios de evaluación del problema	3	13/01/2021	16/01/2021		█															
Formación del equipo	2	16/01/2021	18/01/2021			█														
Aprobación del proyecto	1	18/01/2021	19/01/2021				█													
Medir	16	18/01/2021	03/02/2021			█	█													
Mapear el proceso	2	18/01/2021	20/01/2021			█														
Analizar los sistemas de medición	2	20/01/2021	22/01/2021				█													
Medir el desempeño del proceso	2	22/01/2021	24/01/2021					█												
Definir la línea base	10	24/01/2021	03/02/2021						█											
Revisar y actualizar estatus del proyecto	0	03/02/2021	03/02/2021							█										
Analizar	28	03/02/2021	03/03/2021					█	█	█	█									
Analizar los factores que limitan la productividad	8	03/02/2021	11/02/2021					█												
Determinar las variables clave del proceso	10	11/02/2021	21/02/2021						█											
Determinar los modos y efectos de fallos	10	21/02/2021	03/03/2021							█										
Revisar y actualizar el estatus del proyecto	0	03/03/2021	03/03/2021								█									
Mejorar	25	03/03/2021	28/03/2021										█	█	█	█				
Determinar las mejoras a implementar	10	03/03/2021	13/03/2021										█							
Estimar los beneficios para el proceso mejorado	5	13/03/2021	18/03/2021											█						
Determinar y ajustar los modos de fallos	5	18/03/2021	23/03/2021												█					
Implementar y verificar los cambios al proceso	5	23/03/2021	28/03/2021													█				
Revisar y actualizar el estatus del proyecto	0	28/03/2021	28/03/2021														█			
Controlar	17	28/03/2021	14/04/2021																	█
Implementar acciones de control	9	28/03/2021	06/04/2021																	█
Implementar plan control con el dueño del proceso	2	06/04/2021	08/04/2021																	█
Implementar plan de análisis mensual de logros	5	08/04/2021	13/04/2021																	█
Documentar las lecciones aprendidas	1	13/04/2021	14/04/2021																	█
Finalización formal del proyecto	0	14/04/2021	14/04/2021																	█

Figura 6 Ejemplo de Gantt de proyecto

Fuente: Socconini y Escobeno 2021, pág. 33

d) Diagrama de flujo

Para Tolosa (2017, p. 17) “Un diagrama de flujo es un esquema gráfico de un proceso. Se pueden distinguir en él las actividades y las interrelaciones entre los diversos procesos de la compañía”

e) Diagrama de Actividades del Proceso

El diagrama también conocido por sus siglas como DAP, consiste en una representación gráfica y simbólica, donde se evidencia el recorrido o trayectoria de un producto o de un procedimiento a medida que pasa por las etapas de un proceso (Romero, 2017, p. 13).

DAP		Operario/Material/Equipo			
Diagrama n.º 1	Hoja n.º 1	Resumen			
Objeto:		Actividad	Actual	Propuesta	Economía
Proceso:		Operación			
Método:		Transporte			
Método:	actual/ propuesto	Espera			
Lugar:		Inspección			
Lugar:		Almacenamiento			
Operario:	Ficha n.º				
		Distancia	metros		
Compuesto por:		Tiempo	minutos		
Fecha:		Costo			
Aprobado por:	Fecha:	Mano de obra			
		Material			
		Total			

Descripción	Cant.	Dist.	Símbolo					Observaciones
			○	⇒	D	□	▽	
1								
2								
3								
4								
5								

Figura 7 Ejemplo del Diagrama de Actividades del Proceso

Fuente: Romero, 2017, pág. 13

f) Mapa de proceso (PMAP)

Es una herramienta gráfica que se encarga de documentar el flujo de un proceso. Su estructura es parecida a un diagrama de flujo, pero esta herramienta incluye variables de entrada y salida de cada operación (Socconini y Escobeno, 2021, p. 59).

Mapa de proceso para Operadores Logísticos del Golfo

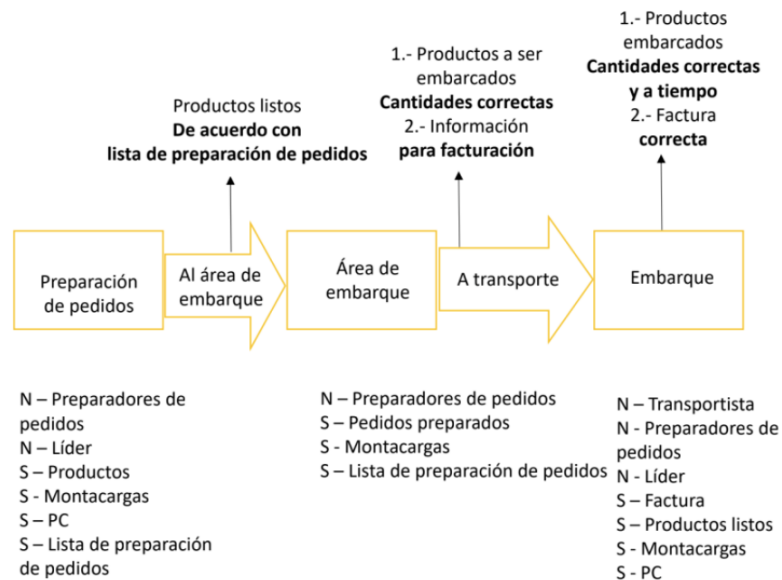


Figura 8 Ejemplo de mapa de proceso

Fuente: Socconini y Escobeno 2021, pág. 59

g) Mapa de flujo de valor o VSM

Para Socconini y Escobeno (2021, p. 53) esta herramienta retrata las relaciones de procesos, información y requerimiento de los clientes, y admite visibilizar las actividades que generan valor.

Para Cabrera (2014, p. 63) el VSM es una herramienta que permite observar y comprender un procedimiento y reconocer sus desperdicios, lo que posibilita encontrar fuentes de ventaja competitiva.

Se puede observar en la Figura 9 que el VSM muestra como los materiales o la información va fluyendo desde el proveedor hasta llegar al cliente.

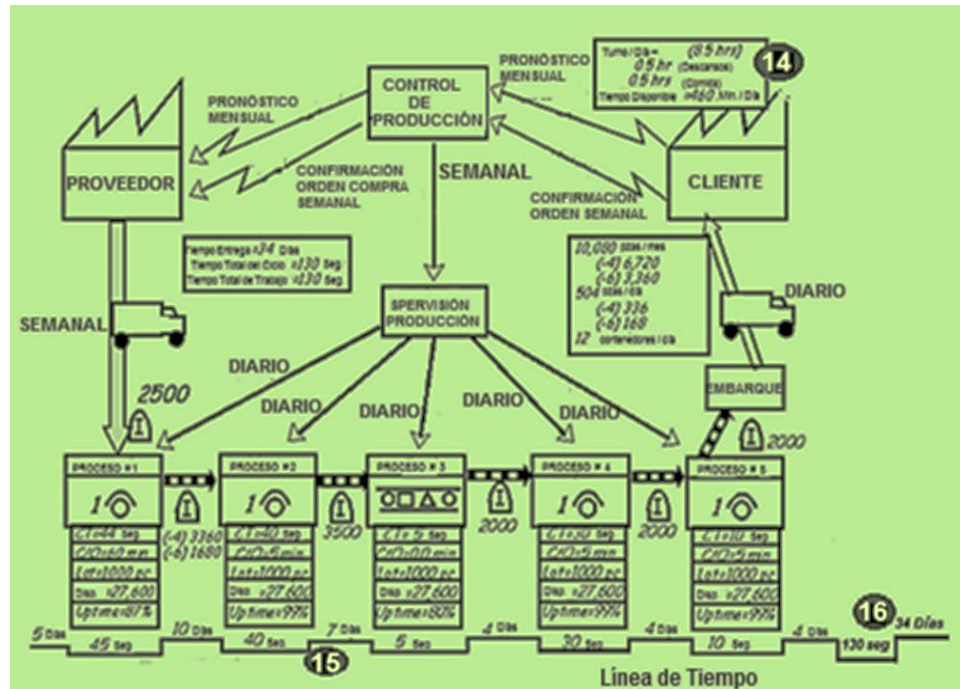


Figura 9 Ejemplo de Mapa de flujo de valor

Fuente: Cabrera 2014, pág. 74

h) Diagrama de Ishikawa

Es un modelo originado en 1943 y perfeccionado por Kaoru Ishikawa, es conocida como diagrama de espina de pescado debido a su diseño, ver Figura 10, o diagrama causa-efecto; es utilizada para identificar la causa raíz de un problema.

Para Socconini (2020, p. 347) es una herramienta gráfica que se elabora de una tormenta de ideas, en donde se registran la totalidad de las causas de un determinado efecto.

El diagrama de Ishikawa es una manera de estructurar y representar las distintas teorías sugeridas sobre las causas de un problema, se usa para organizar y mostrar mediante una gráfica sencilla todos los conocimientos que se tiene de un problema (Tolosa, 2017, p. 53).

Para Cabrera (2014) este diagrama se crea para diagnosticar las causas esenciales que pueden provocar un problema. Se puede asociar también como 6M's por la letra inicial de las

posibles causas: Medio ambiente, Mano de obra, Materiales, Método, Medición, Maquinaria y equipo (p.31).

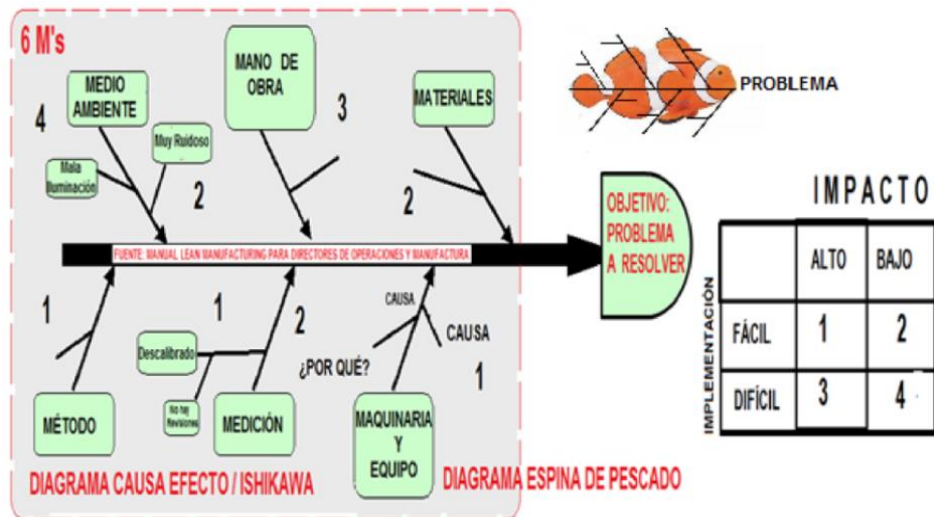


Figura 10 Ejemplo Diagrama Ishikawa

Fuente: Cabrera 201, pág. 31

i) Diagrama de Pareto

El nombre de esta herramienta se debe al economista italiano Wilfredo Pareto, conocida también como la regla del 80/20, sirve para priorizar los problemas o las causas que los genera. Ver figura 11.

Para Socconini (2020, p.347) Es una gráfica de barras que se emplea para visibilizar qué factores, causas o valores de un problema son los más relevantes, y, por ende, cuáles hay que atender de manera prioritaria para resolver el problema u optimizarla situación.

Esta regla del 80/20 insta que un problema que es originado por una gran variedad de causas es preciso atacar solo las causas vitales que expresan el 20% de todas las probables causas, para resolver el 80% de los problemas identificados (Cabrera, 2014, p.30).

80:20 DIAGRAMA DE PARETO

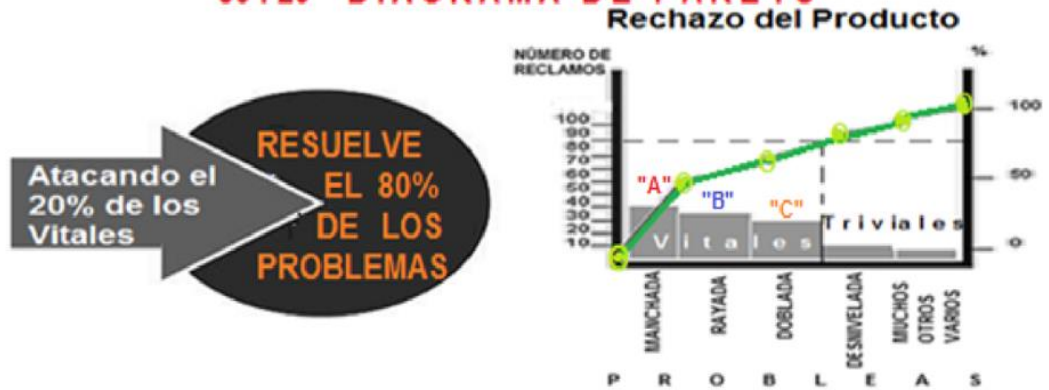


Figura 11 Ejemplo de Diagrama de Pareto

Fuente: Cabrera 2014, pág. 30

j) Plan de control

Para Socconini y Escobeno (2021, p. 334) consiste en una herramienta para asegurar la sostenibilidad de un proceso, muestra la estrategia de control a largo plazo que permite garantizar que los cambios y mejoras sigan siendo eficaces.

Consiste en un listado de actividades que se deben de aplicar para asegurar el mantenimiento de los avances conseguidos. Ver figura 12.

Fecha:		Revisión:	
Producto:			
Proceso:			

Proceso		Proceso de medición			Muestreo			Toma de decisiones			
Paso proceso	¿Que controlamos?	Entrada/Salida	Limites especificación/Requerimientos	Metodo de medición	Metodo de Control	Tamaño de muestra	Frecuencia	Quien o que lo mide	Donde se registra	Regla de decisión /Acción correctiva	No. doc

Figura 12 Ejemplo de Plan de Control

Fuente: Socconini y Escobeno, 2021, pág. 343

2.2.7 Productividad

Gutiérrez (2020, p.21), explica que, la productividad hace referencia a los resultados que alcanza un sistema o un proceso, la evaluación de la productividad es el resultado de valorar acertadamente los recursos dedicados para producir o generar ciertos resultados. Es frecuente ver la productividad mediante de dos factores: eficiencia y eficacia.

La productividad se determina por la división entre los resultados alcanzados y los recursos empleados. Los resultados logrados se pueden cuantificar en unidades producidas, piezas vendidas o en utilidades, en tanto que los recursos utilizados pueden medirse por cantidad de empleados, tiempo total utilizado, horas máquinas, etc. (Gutiérrez, 2020, p.21).

Para Juez (2020, párr. 1) Comprende una medida de actividad que mide los bienes y los servicios que se han generado gracias a los recursos utilizados, ya sean que estos recursos sean tangibles o intangibles, la productividad se calcula mediante periodos de tiempos.

La productividad es un ratio que evalúa el nivel de aprovechamiento de los factores que actúan al momento de fabricar un producto. Mientras mayor sea la productividad, menores serán los costos de producción y por ende se incrementará la competitividad dentro del mercado (Cruelles, 2013, párr. 2).

a) Eficiencia

Para Gutiérrez (2020) Es la relación entre el resultado logrado y los recursos consumidos. Cuando se busca eficiencia, es pretender optimizar los recursos, medios o capital e intentar que no existan desperdicios (p.21).

Para Juez (2020, párr. 2) La eficiencia será mejor cuantos menos recursos se gasten para producir semejante o superior números de ganancias.

La eficiencia tiene como objetivo disminuir el costo de los recursos, es la razón entre la producción real lograda y la esperada, la eficiencia se encarga de los “medios” (Cruelles, 2013, párr. 3)

b) Eficacia

Para Gutiérrez (2020) es el nivel en que se desarrollan las actividades planificadas y se consiguen los resultados planificados. Implica consumir los recursos para el cumplimiento de los objetivos trazados (p.21).

La eficacia es el grado en que se consiguen los objetivos. Se relaciona con el logro o alcance de metas, se encarga de los “fines” (Cruelles, 2013, párr. 5)

2.2.8 Tipos de productividad

Para Juez (2020, párr. 5) “Los tipos de productividad se examinan de acuerdo con los componentes que se tengan:

a) Productividad total de los factores: Está asociado con la producción adicionando todos los factores que se involucran en ella, siendo estos la tierra de capital y el trabajo.

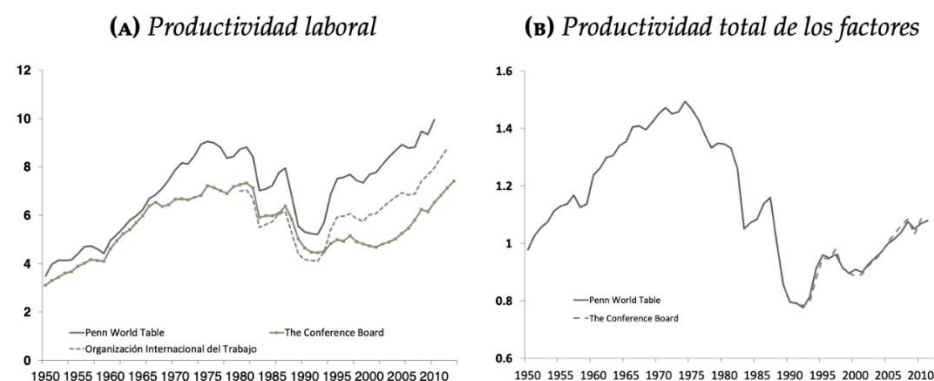
b) Productividad Marginal: Esta es la producción que se obtiene con la adición a un factor de producción, se aplica la ley de rendimiento decreciente. Esta ley menciona que, en todo proceso productivo, la adición de más unidades a un factor productivo, pero conservando lo demás constante, generará que existan menos incrementos en la producción por unidad.

c) Productividad laboral: Está enlazada con la producción de trabajo generada y la cantidad de trabajo empleado.

2.2.9 La productividad en el Perú

Para Céspedes et al. (2016) “Al analizar las últimas décadas, se observa que la aportación de la productividad en el desarrollo económico viene creciendo sistemáticamente. La productividad aportó un 2,9% en la década de mayor crecimiento económico del Perú, la cual está comprendida entre 2001-2010” (p.14)

En la economía, se utiliza la productividad total de factores. El indicador de productividad más notable es el producto por trabajo, se calcula como el producto Bruto Interno (PBI) por hora trabajado o por persona empleada (Céspedes et al., 2016, p.14).



NOTAS: panel (a): PBI en US\$ de 1990 sobre horas trabajadas. Panel (b): PTF a precios constantes (índice 2005=1).

Figura 13 Indicadores de productividad en el Perú

Fuente: Céspedes et al., 2016, pág. 14

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Definición de DMAIC

“Metodología para la implementación de proyectos de mejora organizada en cinco fases, a las cuales debe su nombre; estas son: definir, medir, analizar, mejorar (improve) y controlar” (Socconini, 2020, p. 347)

“Es una metodología estructurada para la solución de problemas que se utiliza ampliamente en los negocios. Estas fases llevan al equipo lógicamente desde la definición del

problema hasta la implementación de soluciones relacionadas con las causas subyacentes y la instauración de mejores prácticas para garantizar que las soluciones permanezcan vigentes.” (Salmon y H.H., 2021, p. 127)

a) Definir

Para Socconini (2020) “Tiene como propósito definir el proyecto y la voz del cliente, además de obtener el consentimiento de la gerencia para desarrollar el proyecto” (p. 15)

Para Guamán et al. (2023, p. 34) “Definir significa establecer los requerimientos clave del cliente, lo que son denominados los parámetros cruciales de calidad”

Para Tolosa (2017) “En esta primera fase se debe definir la situación actual de los procesos de la empresa.” (p.15)

b) Medir

Para Socconini (2020, p. 349) “Consiste en la segunda fase del DMAIC cuyo objetivo es describir detalladamente el proceso, valorar el sistema de medición, adquirir datos del proceso, catalogar los datos y efectuar mediciones iniciales para verificar el desempeño del proceso.”

En la etapa medir es indispensable poder mapear el proceso analizado, reunir datos, establecer el rendimiento y la capacidad vigente del proceso (Guamán et al., 2023, p.34)

c) Analizar

Para Socconini (2020, p. 345) “Es la tercera fase de la Metodología DMAIC, cuya finalidad es identificar las variables relevantes de un proceso”

Para Guamán et al. (2023, p. 34) “En esta fase se debe examinar todos los datos y ratificar los determinantes cruciales del rendimiento.”

d) Mejorar

Es la cuarta fase de la Metodología DMAIC, y tiene como intención plantear nuevas condiciones en los procesos para mejorar su desempeño y alcanzar los objetivos planteados; además de resolver los probables modos de fallos para el nuevo proceso e implementar y ratificar las mejoras (Socconini 2020, p. 349)

Para Guamán et al. (2023, p.34) “En mejorar se corroboran las hipótesis y florecen ideas para suprimir las causas raíz, se llevan a cabo pruebas para mejorar el proceso y se implementa una solución para optimizar el proceso.”

e) Controlar

Consiste en la quinta y última fase, cuyo propósito es estandarizar los nuevos métodos, registrar las lecciones aprendidas, implementar métodos que sostengan las mejoras, determinar y controlar los ahorros finales (Socconini 2020, p. 346)

Para Guamán et al. (2023, p. 35) “En control, se establece una vigilancia del proceso y se aplica el control estadístico del proceso como herramienta.”

2.3.2 Despacho

El tiempo de despacho hace referencia a los tiempos que se utilizan en cada movimiento de mercadería desde el proveedor hacia el cliente, y el costo relacionado con esos movimientos. El objetivo es reducir el costo total de transporte o los costos comprometidos en la preparación de pedidos

Para Saldarriaga (2019) “El despacho de productos también se denomina preparación de pedidos y comprende el movimiento, la consolidación, el control y embarque o embalaje de los bienes” (p. 27).

2.3.3 Tiempos de Espera

Para Tolosa (2017) “Son esperas de tiempo al recibir documentación, instrucciones, inspecciones, etc. que hacen que las personas tengan que estar paradas o cambiando de tarea de manera constante.” (p. 50)

2.4 Definición de términos

1. Alcance de un proyecto

Permite fijar límites en el proyecto y precisar los objetivos, plazos y entregables del proyecto.

2. Ausentismo laboral

Hace referencia al abandono del puesto de trabajo u omisión de los deberes de dicho puesto, incumpliendo con la jornada laboral pactada en el contrato.

3. Capacitación

Se compone de una serie de acciones planificadas y acorde con los requisitos de la empresa, que encarrilan hacia un cambio en los conocimientos, habilidades y aptitudes de los trabajadores.

4. Despacho programado

Etapas de la logística, cuyo propósito es que la mercadería salga de almacén y sea derivado a su destino final dentro del tiempo planificado.

5. Despacho realizado

Se refiere a todo pedido o solicitud de salida de almacén hacia su destino final, que se haya completado.

6. Desperdicio

Se conoce al desperdicio como el gasto o consumo de manera ineficaz de los recursos o el capital de la empresa, o al uso de dichos recursos sin un retorno adecuado.

7. Entregable

Es un término empleado en la gestión de proyectos, entregable es el resultado que se espera conseguir al concluir el proyecto. Es un

objeto tangible o intangible generado como parte de la gestión de un proyecto. Permiten organizar tareas, medir el avance del proyecto y evaluar el éxito de este.

8. Guía de transporte

Conocida como Guía de Remisión Transportista, consiste en un documento importante que permite para sustentar el traslado de bienes de un punto a otro.

9. Hora extra

También se denomina trabajo en sobretiempo. Consiste en el tiempo trabajado que supera la jornada de trabajo diaria, dicho tiempo puede darse antes de la hora de ingreso o posterior a la hora de salida.

10. Implementación

Es la ejecución de una idea o un plan para hacerlo realidad, consiste en poner en funcionamiento o aplicar métodos, medidas, etc. para llevar a cabo algo.

11. Lista de cotejo

Es un instrumento de evaluación donde se determinan los criterios que se deben seguir para lograr completar una actividad, además de contener los indicadores que muestren con claridad que los criterios se han cumplido.

12. Normalización de base de datos

La normalización contribuye a eludir incoherencias y redundancia en la base de datos; es un procedimiento indispensable para poder obtener datos fiables, sorteando información duplicada o mezclada.

13. Polvorín

Es una instalación superficial cuya infraestructura tolera ser usada durante prolongados periodos, suele ser vinculado con actividades que requieren el uso de explosivos o materiales similares.

14. Producto terminado

Son los bienes elaborados por la empresa, que ya están disponibles para el consumidor final o para su uso por otras empresas.

15. Tiempo ciclo o Lead time

Es el tiempo ciclo o fecha de entrega. Consiste en el tiempo que transcurre, comenzado desde que se produce una orden de pedido hasta que se entrega los productos.

16. Tiempo Objetivo

Es el tiempo que ha sido establecido como meta, propósito o resultado que se desea lograr.

17. Trazabilidad

Es la capacidad de identificar el origen; desde la adquisición de materias primas hasta las diversas etapas de un proceso de producción y distribución de bienes.

18. Tracking

Proviene del inglés, que significa seguimiento o rastreo, permite estimar la ubicación de objetos móviles.

19. Trocha

Se refiere a un camino abierto, vereda angosta o un carril marcado.

20. Sostenibilidad

Condición que asegura que los impactos positivos de un proyecto permanezcan de forma duradera luego de la conclusión de este.

III HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

Hipótesis general

La aplicación de la metodología DMAIC mejora la productividad del proceso despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.

Hipótesis específicas

La aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.

La aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficacia del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.

3.1.1 Operacionalización de variables

Variable independiente:

METODOLOGÍA DMAIC

Definición conceptual:

Se puede precisar que DMAIC es una herramienta metodológica focalizada en la mejora gradual de procesos existentes. Es un método de resolución de problemas sobre procesos establecidos y constituye parte del sistema de gestión six sigma (González et al., 2021, p.169).

Definición operacional:

Las letras DMAIC integran un acrónimo de los cinco pasos: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. El marco DMAIC promueve el pensamiento creativo sobre el problema y su solución, dentro de la descripción original del producto, proceso o servicio (González et al., 2023, p. 2185).

Variable dependiente:

PRODUCTIVIDAD

Definición conceptual:

Implica una medida de actividad que calcula los bienes y los servicios que se han generado por los recursos utilizados, sea que estos recursos sean tangibles o intangibles. La productividad se calcula mediante periodos de tiempos (Juez, 2020, párr. 2).

Definición operacional:

La productividad se refiere a los resultados que se alcanzan en un proceso o un sistema, la medición de la productividad es el resultado de valorar acertadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados. Es típico ver la productividad a través de dos factores: eficiencia y eficacia Gutiérrez (2020, p.21).

En la Tabla 2 y Tabla 3, se muestra la operacionalización (matriz) desarrollada por cada variable, sus dimensiones e indicadores:

Tabla 2 Matriz de operacionalización de Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE/ ÍTEMS	MÉTODO Y TÉCNICA
Variable independiente: Metodología DMAIC	Se puede precisar que DMAIC es una herramienta metodológica focalizada en la mejora gradual de procesos existentes. Es un método de resolución de problemas sobre procesos establecidos y constituye parte del sistema de gestión six sigma (González et al., 2021, p.169).	Las letras DMAIC integran un acrónimo de los cinco pasos: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. El marco DMAIC promueve el pensamiento creativo sobre el problema y su solución, dentro de la descripción original del producto, proceso o servicio (González et al., 2023, p. 2185).	Definir (D)	Definición del problema	$\text{Definición del problema} = \left(\frac{\text{cumplimiento de entregables}}{\text{entregables planificados}} \right) * 100\%$	Método: Hipotético – deductivo Técnica: Observación directa
			Medir (M)	Recolección de datos	$\text{Recolección de datos} = \left(\frac{\text{cumplimiento de entregables}}{\text{entregables planificados}} \right) * 100\%$	
			Analizar (A)	Análisis de causa raíz	$\text{Análisis de causa raíz} = \left(\frac{\text{cumplimiento de entregables}}{\text{entregables planificados}} \right) * 100\%$	
			Mejorar (M)	Implementación de soluciones	$\text{Implementación de soluciones} = \left(\frac{\text{cumplimiento de entregables}}{\text{entregables planificados}} \right) * 100\%$	
			Controlar (C)	Sostenibilidad de implementación	$\text{Sostenibilidad de implementación} = \left(\frac{\text{cumplimiento de entregables}}{\text{entregables planificados}} \right) * 100\%$	

Fuente: Elaboración por los autores

Tabla 3 Matriz de operacionalización de Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE/ ÍTEMS	MÉTODOS Y TÉCNICAS
Variable dependiente: Productividad	Implica una medida de actividad que calcula los bienes y los servicios que se han generado por los recursos utilizados, sea que estos recursos sean tangibles o intangibles. La productividad se calcula mediante periodos de tiempos (Juez, 2020, párr. 2).	La productividad se refiere a los resultados que se alcanzan en un proceso o un sistema, la medición de la productividad es el resultado de valorar acertadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados. Es típico ver la productividad a través de dos factores: eficiencia y eficacia Gutiérrez (2020, p.21).	Eficiencia	Nivel de eficiencia	$\text{Nivel de eficiencia} = \left(\frac{\text{Tiempo objetivo total}}{\text{Tiempo total}} \right) * 100\%$	Método: Hipotético – deductivo Técnica: Observación directa
			Eficacia	Nivel de eficacia	$\text{Nivel de eficacia} = \left(\frac{\text{Cantidad de despachos realizados}}{\text{Cantidad de despachos programados}} \right) * 100\%$	

Fuente: Elaboración por los autores

IV METODOLOGIA DEL PROYECTO

4.1 Diseño metodológico

La investigación adoptó un diseño experimental; concretamente de tipo preexperimental, que estudia las relaciones de causa–efecto con un grado de control razonablemente bajo para la manipulación de variables.

En base al propósito perseguido, la investigación es aplicada; dado que se sustenta en investigar, analizar y aportar resultados que se orientan a solucionar problemas puntuales de la empresa en estudio; así que, se puede usar como espécimen para empresas con problemas análogos.

De acuerdo con el origen de los datos recabados y explorados para encarar el planteamiento la tesis es cuantitativa. Esto se fundamentó en los resultados de nuestra investigación, reflejados en datos numéricos, mostrando los valores alcanzados antes y después de la implementación.

Para la investigación preexperimental, se recurrió a un diseño de preprueba y posprueba, que implicó una prueba inicial antes de la aplicación del estímulo, luego se indujo a la variable DMAIC para evaluar su influencia sobre la productividad y, finalmente, se lleva a cabo una prueba posterior al tratamiento.

4.2 Método de la investigación

El método adoptado es hipotético deductivo; en vista que va de razonamientos habituales (ley) asociados al DMAIC, para luego centrarse en analizar los problemas específicos (hecho concreto).

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La "población" alude a la agrupación plena de individuos, elementos o fenómenos que comparten una característica singular y son materia de estudio (Vizcaíno, Cedeño y Maldonado, 2023, p. 9746).

En tal sentido, en esta tesis la población está definida por 1574 procesos de despacho de productos terminados en la sede Chancay de una empresa de explosivos.

4.3.2 Muestra

Hernández, Mendoza (2018, p.196) manifiestan que, una muestra es una subcategoría de la población o totalidad que re capta, sobre la cual se acopiaran la información relevante, y deberá ser distintivo de dicho universo (de manera probabilística, para que se pueda esparcir los resultados hallados en la muestra a la población).

A tal efecto, la muestra es semejante a la población, toma en consideración los 1574 procesos de despacho de productos terminados en la sede Chancay de una empresa de explosivos, delimitado por la recopilación durante 26 semanas en total, 13 semanas antes del estímulo (N=13) y 13 semanas con posterioridad del estímulo (N=13).

4.3.3 Muestreo

Según Hernández, Mendoza (2018, p.649) plantea que, "muestrear" es la operación de disponer un subgrupo de un conjunto mayor, universo o población para acumular los datos útiles, de tal modo, responder al problema de investigación.

En este estudio, el muestreo es el no probabilístico por conveniencia; pues la población es equivalente a la muestra.

4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado

4.4.1 Lugar de estudio

Esta tesis se aplicó en una empresa de explosivos, explícitamente en el en el proceso de despacho de productos terminados del área de almacén, ubicada en la provincia de Huaral, distrito Chancay.

4.4.2 Periodo

El periodo cubrió los meses de junio a diciembre 2023, particularmente de junio hasta agosto de 2023 en el pretest y de setiembre a diciembre de 2023 en el postest.

4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

4.5.1 Técnica

Dieterich (2021) La técnica estadística es esclarecer o seguir en el sendero de una hipótesis correspondiente referente al fenómeno de investigación

En nuestra tesis, la técnica fue la observación directa, que recopiló información de primera mano de la población en investigación.

4.5.2 Instrumento

Como instrumentos se emplearon la lista de cotejo y la ficha de observación para las variables de la investigación (Ver Anexo 02). Estos pasaron una validación por medio del juicio de expertos de la UNAC (Ver Anexo 03).

4.5.3 Análisis y procesamiento de datos

Para el análisis y tratamiento de los datos se contempla los niveles que fueron medidas las variables, y con ayuda de la estadística se puede efectuar los análisis descriptivos e inferenciales (Hernández et al, 2018).

Con ese propósito, se aplicó el software estadístico Statistical Package for the Social Science – SPSS 26. El análisis descriptivo expresó medidas de tendencia central para las variables y sus dimensiones. Entretanto, el análisis inferencial, plasmó en base a la muestra el análisis de normalidad Shapiro-Wilk, se eligió y aplicó el estadígrafo TStudent, que permitió mediante la comparación de medias y la significancia bilateral, comprobar las hipótesis de la investigación.

4.5.4 Aspectos Éticos en Investigación

Los autores damos fe para esta investigación, que los datos resultantes, procesados y estudiados son fidedignos; así mismo, la elaboración y redacción es de nuestra autoría. En base a lo mencionado, declaramos que este estudio contempla estrictamente los aspectos éticos exigidos para elaborar una tesis.

4.6 Estudio técnico

Descripción de la empresa

La empresa de explosivos es una compañía peruana que cuenta con más de 70 años de experiencia, empezó su historia en el año 1953 con el objetivo de convertirse en un aliado estratégico para empresas de la industria minera y de construcción civil prospección petrolera y gasífera. Cuenta con 5 centros de distribución, más de 32 patentes y la planta de encartuchados más grande de Latinoamérica, permitiéndole atender a más de 25 países.

4.6.1 Desarrollo de la aplicación de la metodología DMAIC

La implementación de la metodología DMAIC consta de 5 fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar; en cada una de estas fases hay una serie de entregables que permiten

medir el progreso del proyecto y que deben de cumplirse para completar con éxito la aplicación de la metodología.

En el presente trabajo de investigación hemos cuantificado el desarrollo del DMAIC en un total de 24 entregables, divididos dentro de las 5 fases del DMAIC, como se puede apreciar en la Tabla 4.

Tabla 4 *Número de entregables de la metodología DMAIC*

Fases de la metodología DMAIC	N.º Entregables	Detalles entregables
DEFINIR	8	<ol style="list-style-type: none"> 1. Documentar el proceso 2. Aprobación de la gerencia y/o alta dirección 3. Identificar el problema dentro del área 4. Elaborar Gantt de actividades 5. Elaborar Carta de Proyecto 6. Presupuestar costos y/o recursos del proyecto 7. Formar el equipo de mejora DMAIC 8. Definir los roles de los integrantes del equipo
MEDIR	4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaborar el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) 2. Identificar los procesos innecesarios del área 3. Identificar las esperas/demoras dentro del área 4. Elaborar la ficha de Recolección de datos
ANALIZAR	5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaborar el Diagrama de Ishikawa 2. Elaborar el Diagrama de Pareto 3. Identificar las causas del problema dentro del área 4. Elaborar la Matriz de Priorización 5. Aplicar la técnica de los 5 Por que's
MEJORAR	5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Producir una Lluvia de ideas 2. Identificar las soluciones al problema dentro del área 3. Implementar las soluciones al problema dentro del área 4. Obtener los resultados de la implementación 5. Identificar las mejoras del proceso del área
CONTROLAR	2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tener Plan de control 2. Identificar lecciones aprendidas
TOTAL	24	

Fuente: Elaboración por los autores

Diagnóstico inicial

Es fundamental conocer la situación del proceso de despacho antes de la aplicación de la metodología DMAIC, ante ello se utilizó como instrumento una lista de cotejo (Check list); ver anexo 2.1, en donde se verificó que se cumplan con los 24 entregables del DMAIC.

Se aplicó un pre test durante la primera semana (semana N° 23 del año) de junio 2023, ver figura 14.

LISTA DE COTEJO DE LA METODOLOGIA DMAIC - PRE TEST					
Empresa: Sector Explosivos, sede Chancay			Área: Despacho		
Fecha de evaluación: 05/06/2023			Evaluador:		
Ítems	Fase Definir:				
1	¿Se tiene documentado el proceso del área?	X	Si		No
2	¿Se cuenta con el apoyo o aprobación de la gerencia/alta dirección?	X	Si		No
3	¿Se tiene identificado el problema dentro del proceso?		Si	X	No
4	¿Se ha elaborado el Gantt de actividades?		Si	X	No
5	¿Se ha elaborado la carta de Proyectos?		Si	X	No
6	¿Se ha presupuestado los costos o recursos del proyecto?		Si	X	No
7	¿Se ha constituido un equipo de mejora de proceso?		Si	X	No
8	¿Se tiene definido los roles de los integrantes del equipo de mejora?		Si	X	No
Ítems	Fase Medir:				
1	¿Se cuenta con el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP)?		Si	X	No
2	¿Se ha identificado los procesos innecesarios dentro del área?		Si	X	No
3	¿Se ha identificado las esperas/demoras dentro del área?		Si	X	No
4	¿Se ha elaborado la ficha de Recolección de datos?		Si	X	No
Ítems	Fase Analizar:				
1	¿Se ha realizado un Diagrama de Ishikawa?		Si	X	No
2	¿Se ha elaborado el Diagrama de Pareto?		Si	X	No
3	¿Se ha identificado la principal causa de los problemas dentro del área?		Si	X	No
4	¿Se tiene una Matriz de Priorización?		Si	X	No
5	¿Se ha aplicado la técnica de los 5 Por que's?		Si	X	No
Ítems	Fase Mejorar:				
1	¿Se ha producido una Lluvia de ideas para generar la solución al problema?		Si	X	No
2	¿Se han identificado soluciones al problema dentro del área?		Si	X	No
3	¿Se han implementado las soluciones para problema del proceso?		Si	X	No
4	¿Se tiene los resultados de la implementación del proyecto?		Si	X	No
5	¿Se ha logrado mejorar el proceso del área?		Si	X	No
Ítems	Fase Controlar:				
1	¿Se tiene un Plan de Control para la sostenibilidad del proyecto?		Si	X	No
2	¿Se han identificado lecciones en la implementación?		Si	X	No

Figura 14 Resultados Lista Cotejo Pre Test

Fuente: Elaboración por los autores

En la figura 14, se observó que el área cumplía con 2 entregables de los 24 requisitos de la lista de cotejo; dando como diagnóstico inicial que el proceso tiene un 8% del DMAIC. Los dos entregables que presentaban correctamente el área son los siguientes:

a) Entregable 1: Se tiene documentado el proceso del área
Se observó que la parte administrativa del área de despacho ha registrado y documentado las actividades que se han venido desarrollando dentro del proceso de despacho, como se aprecia en la figura 15. Esta práctica es importante que se siga desarrollando ya que permite conocer las tareas y actividades que se han venido desarrollando y notar los cambios que han aplicado; además de ser un factor clave para producir cambios en la mejora del proceso.



Figura 15 *Oficina del Área de despacho*

Fuente: Elaboración por los autores

b) Entregable 2: Se cuenta con el apoyo o aprobación de la gerencia/alta dirección

La alta directiva; dentro de los niveles jerárquicos del Área de Despacho, están comprometidos en buscar y aplicar mejoras dentro del área y de esta manera aportar en el desarrollo de la empresa. En este sentido apoyaron el desarrollo de la investigación y la implementación de la metodología DMAIC.

Aplicación de la metodología DMAIC

La implementación de las 5 Fases de la metodología DMAIC se desarrolló progresivamente de manera semanal en un periodo comprendido entre junio hasta agosto 2023; la implementación se llevó a cabo durante 13 semanas, en cada semana se presentó el cumplimiento de ciertos entregables y con ello se avanzó con completar al 100% la implementación del DMAIC, como se puede observar en la Tabla 5.

Tabla 5 *Semanas programadas de entregables del DMAIC*

Meses	Fases DMAIC	Semanas utilizadas (calendario)	% de aplicación de DMAIC	N.º Entregables
Junio	Pre test	23	8%	2
	Definir	24	33%	6
	Medir	25	38%	1
		26	42%	1
Julio	Analizar	27	50%	2
		28	71%	5
	Mejorar	29	75%	1
		30	79%	1
Agosto	Mejorar	31	83%	1
		32	88%	1
		33	92%	1
	Controlar	34	96%	1
		35	100%	1

Fuente: Elaboración por los autores

a) Fase Definir

En esta primera etapa de la metodología DMAIC, como se mencionó se tiene documentado el proceso del área y se cuenta con la aprobación de la alta directiva, ante ello hemos identificado el problema dentro del área de despacho que hemos querido solucionar mediante el DMAIC. Posteriormente hemos elaborado el Gantt de actividades y la Carta de

Proyecto, con ello se ha presupuestado los costos y/o recursos usados para la implementación.

Además, se constituyó el equipo para la mejora del proceso, asimismo se definieron los roles de los integrantes de dicho equipo.

a) Entregable 1: Se tiene documentado el proceso del área

Como se mencionó en la pág. 68; en el pre test, el área tenía documentado el proceso.

b) Entregable 2: Se cuenta con el apoyo o aprobación de la gerencia/alta dirección

Como se mencionó en la pág. 68; en el pre test, el área contaba con el apoyo de la alta dirección para la implementación del DMAIC.

c) Entregable 3: Identificación del problema dentro del proceso

Se identificó que el problema es la baja productividad en el proceso de despacho de productos terminados. Hemos observado que no se llegaban a cumplir la totalidad de despachos programados dentro de la jornada laboral diaria, evidenciando una baja eficacia del proceso; además el tiempo de cada despacho era superior al tiempo objetivo, demostrando una baja eficiencia del proceso. Concluyendo que, el bajo nivel de estas dos dimensiones provoca una baja productividad, lo que genera horas extras para poder cumplir con los despachos programados y con ello gastos adicionales para la empresa.

d) Entregable 4: Elaboración del Gantt de actividades

Para la elaboración del Gantt se tomó como referencia la figura 6, observándose que las filas con las actividades están separadas por cada fase del DMAIC, y en las columnas se colocó las semanas necesarias para el cumplimiento de dichas actividades, se obtuvo una plantilla del Gantt como se muestra en el anexo 5.1.

Luego, junto a los dueños del proceso del despacho dentro de la empresa, se agenda un plan semanal de las actividades para el cumplimiento de los entregables de las 5 fases de la metodología DMAIC, con fechas estimadas de inicio y fin para cada fase, iniciando en el mes de junio y finalizando en agosto, ver figura 16.

EMPRESA DE EXPLOSIVOS														GANTT DE PROYECTO														FR-MGO-08	
NOMBRE DEL PROYECTO: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE DESPACHO, SEDE CHANCAY														MES DE REPORTE: Junio-2023															
ETAPAS:	Inicio	Final	Duración de la actividad (horas)	Sem	Mes	Junio					Julio					Agosto					Septiembre					Responsable	%Cumplimiento	% Avance Cumplimiento DMAIC	
						Día	12-Jun	19-Jun	26-Jun	3-Jun	10-Jul	17-Jul	24-Jul	31-Jul	7-Ago	14-Ago	21-Ago	28-Ago	4-Set	11-Set	18-Set	25-Set							
DEFINIR																													
1. Identificar el problema dentro del proceso	12/06/23	12/06/23	3	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	13%
2. Comunicar el Gantt de actividades del proyecto	13/06/23	13/06/23	3	R	1																						Equipo DMAIC	100.00%	17%
3. Elaborar la Carta del proyecto	14/06/23	14/06/23	3	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	21%
4. Presupuestar los costos o recursos del proyecto	15/06/23	15/06/23	1	R	1																						Equipo DMAIC	100.00%	25%
5. Costituir el equipo encargado de la mejora del proceso	16/06/23	16/06/23	2	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	29%
6. Definir los roles del equipo encargado del proyecto	16/06/23	16/06/23	2	R	1																						Equipo DMAIC	100.00%	33%
MEDIR																													
1. Elaborar el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP)	19/06/23	21/06/23	8	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	38%
1.1. Realización del VSM	22/06/23	23/06/23	4	R	1																						Equipo DMAIC	100.00%	
2. Identificar procesos innecesarios dentro del área	26/06/23	28/06/23	3	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	42%
3. Identificar esperas/demoras dentro del área	29/06/23	30/06/23	3	R	1																						Equipo DMAIC	100.00%	46%
4. Elaborar la Ficha de Recolectión de Datos	03/07/23	03/07/23	3	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	50%
4.1 Revisión de Data historica	04/07/23	04/07/23	8	R	1																						Equipo DMAIC	100.00%	
4.2 Toma de tiempos del proceso y definir Linea Base	05/07/23	07/07/23	24	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	
ANALIZAR																													
1. Realizar el diagrama de ishikawa	10/07/23	10/07/23	4	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	54%
2. Elaborar el diagrama de Pareto	11/07/23	11/07/23	4	R	1																						Equipo DMAIC	100.00%	58%
3. Identificar la principal causa de los problemas dentro del área	12/07/23	12/07/23	2	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	63%
4. Desarrollar la Matriz de Priorización	13/07/23	13/07/23	4	R	1																						Equipo DMAIC	100.00%	67%
5. Aplicar la técnica de los 5 Por que's	14/07/23	14/07/23	4	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	71%
MEJORAR																													
1. Producir lluvia de ideas para generar soluciones al problema	17/07/23	21/07/23	4	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	75%
2. Identificar soluciones al problema dentro del área	24/07/23	27/07/23	9	R	1																						Equipo DMAIC	100.00%	
2.1 Identificar solución para la Falta de liberación de pedidos antes del despacho	24/07/23	25/07/23	3	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	79%
2.2 Identificar solución para la Falta de producto terminado disponible para despacho	26/07/23	26/07/23	3	R	1																						Equipo DMAIC	100.00%	
2.3 Identificar solución para la Congestión de las unidades de transporte en balanza	27/07/23	27/07/23	3	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	
3. Implementar soluciones para el problema del proceso	31/07/23	18/08/23	30	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	83%
3.1 Implementar Primera solución, restricción en el SIGA ante la Falta de liberación del pedido (programación de despacho)	31/07/23	18/08/23	10	R	1																						Equipo DMAIC	100.00%	
3.1 Implementar Segunda solución, incluir 24 horas adicionales a la confirmación de disponibilidad de productos terminados	31/07/23	18/08/23	10	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	
3.1 Implementar Tercera solución, implementación de formulario para programación de atención de unidades de productos terminados en Chanchay	31/07/23	18/08/23	10	R	1																						Equipo DMAIC	100.00%	
4. Registrar resultados de la implementación del proyecto	07/08/23	11/08/23	24	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	88%
5. Identificar mejoras del proceso del área	14/08/23	18/08/23	4	R	1																						Equipo DMAIC	100.00%	92%
CONTROLAR																													
1. Tener un Plan de Control para la sostenibilidad del proyecto	21/08/23	25/08/23	10	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	96%
1.1 Definir actividades a controlar	21/08/23	25/08/23	5	R	1																						Equipo DMAIC	100.00%	
1.2 Definir el periodo de seguimiento o post test para la mejorar	21/08/23	25/08/23	5	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	
2. Identificar lecciones aprendidas en la implementación	28/08/23	31/08/23	4	P	1																						Equipo DMAIC	100.00%	100%
2.1 Revisar y actualizar status del proyecto	28/08/23	31/08/23	2	R	1																						Equipo DMAIC	100.00%	
% AVANCE DEL PROYECTO 100.00%																													

PROGRAMADO	
REPROGRAMADO	
CONCLUIDO	
ATRAZADO	
PROGRAMACION ANTERIOR	

% Cumplimiento:	
Verde de 90% a 100%	
Amarillo de 50% a 89%	
Rojo de 0% a 49%	

Figura 16 Gantt de actividades en implementación del DMAIC

Fuente: Elaboración por los autores

e) Entregable 5: Elaboración de la Carta de Proyecto

Se preparó un documento que engloba los datos del proyecto, en donde se detallaron el caso de negocio e información del problema, objetivo, alcance de la mejora, el equipo para la implementación del DMAIC y sus respectivos roles, recursos necesarios, los beneficios del proyecto y la rutina de comunicación.

En la figura 17 podemos apreciar el resultado final de la carta de proyecto de la presente investigación, la cual se fue actualizando conforme se iba desarrollando la implementación del DMAIC. Primero, se diseñó una plantilla de la carta proyecto (ver anexo 5.2). Aquí se consideró 11 puntos que engloban información relevante del proyecto, estos son:

- Caso de negocio, donde colocamos datos relevantes, siendo en nuestro caso la productividad el indicador estratégico que no está cumpliendo con la meta; el proceso de despacho en el área de almacén fue el área de dicho indicador, se mencionaron los problemas y el costo que estos generan.
- El CTQ o característica clave de calidad es la productividad y el lead time del despacho de productos terminados.
- Las métricas y la línea base se desarrollaron en el entregable 12, siendo 6.41 horas el tiempo promedio de despacho por cada unidad de transporte, con lo cual no se estaba cumpliendo con la meta establecida. El objetivo y el alcance de la mejora son los que ya se establecieron en el presente estudio.
- El equipo junto a sus respectivos roles se desarrollaron en los entregables 7 y 8. Los recursos adicionales se especificaron en el entregable 6, junto al costo de la implementación.
- Los beneficios económicos se analizaron en nuestro estudio de costo de inversión, ver tablas 25 y 27. Y las rutinas de comunicación se coordinaron entre los integrantes del equipo DMAIC.

EMPRESA DE EXPLOSIVOS		FR-MGO-	
CARTA DE PROYECTO			
Nombre del proyecto:	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE DESPACHO, sede CHANCAY	Fecha inicio:	12/06/23
Fecha:	14/06/2023	Fecha proyectada fin:	31/08/23
Proyecto N°	Primera aplicación de metodología DMAIC	Fecha real fin:	31/08/23
1.- CASO DE NEGOCIO			
En la empresa de explosivos, el desempeño de la productividad en el proceso de despacho no está cumpliendo los objetivos. Esto está causando problemas de horas extras, sobreestadia de camiones y penalidades por entrega tardía; los cuales suponen anualmente un costo aproximado de S/. 108,009.			
2.- CTQ (CRITICAL TO QUALITY)			
Productividad del proceso de despacho. Lead Time de despacho de productos terminados			
3.- LÍNEA BASE			
6.41 Horas en promedio por cada unidad de transporte.			
4.- OBJETIVO			
Determinar como la aplicación de la metodología DMAIC mejora la productividad del proceso de despacho de productos terminados en la empresa.			
5.- ALCANCE E IMPACTO DE LA MEJORA			
Proceso de Despacho en almacén de Producto Terminado, Sede Chancay			
6.- EQUIPO			
Rol	Nombre	Área	Rol
Implementador DMAIC	Erika Susana Choquehuanca Torrel	Externo	Proporcionar indicaciones para la implementación del proyecto
Implementador DMAIC	Briand Jahir Damian Ruiz	Externo	Proporcionar indicaciones para la implementación del proyecto
Implementador DMAIC	Junior Ricardo Quintana Asencios	Mejora Continua	Proporcionar indicaciones para la implementación del proyecto. Intermediario entre implementadores y equipo dentro de la empresa.
Líder Área Despacho	Johan Romero Santa Cruz	Logística	Apoyo dentro de la empresa para lograr la implementación
Facilitador Empresa	Karina Laqui Arosquipa	Logística	Apoyo dentro de la empresa para lograr la implementación
Miembro Empresa	José Huapaya García	Flota	Apoyo dentro de la empresa para lograr la implementación
7.- RECURSOS ADICIONALES			
a. Personal para la implementación (04)		e) Laptop (04)	
b. Capacitaciones		f) Registros impresos (12)	
c. Nuevas funciones en el sistema ERP		g) Bolígrafo y tablero acrílico	
d. Cronómetros (02)		h) Pasajes de traslado	
8.- MÉTRICOS			
Métrico	Base	Meta	Comentarios
Lead Time de atención de despacho de PT	6.41 hr.	4.83 hr.	
Tiempo lectura trazabilidad (Seg.)	0.63	0.013	En cada 1000 cajas se leería únicamente 20 veces (20 pallets)
Nro Cajas despachadas diarias	7000	7481	se incrementa la capacidad de carga diaria o puede ser aprovechado en otra actividad.
Recuperar capacidad de almacenamiento	950	1100	
# Horas Extras (mensual)	203	0	
9.- BENEFICIOS ECONOMICOS			
Detalle del ahorro	Hard Saving	Soft Saving	Comentarios
a. Ahorro anual en Horas Extras	S/ 76,475.00		
b. Ahorros por pagos de sobreestadia de camiones	S/ 17,918.00		
c. Ahorros por pagos de penalidades por entrega tardía	S/ 14,516.00		
10.- BENEFICIOS CUALITATIVOS			
a. Agilidad en el Proceso de Carguío de Productos Terminados			
b. Tranquilidad de nuestros operarios de estiba			
11.- RUTINA DE COMUNICACIÓN			
Rutina	Forma	Frecuencia	Responsable
Reunión de Equipo	Presencial / Virtual	Semanal	Equipo
Revisión con Dirección	Presencial / Virtual	Mensual	Equipo
Envío y actualización de acuerdos	Correo / Whatsapp	Semanal	Facilitador

Figura 17 Carta de proyecto en implementación del DMAIC

Fuente: Elaboración por los autores

f) Entregable 6: Presupuesto de los costos o recursos del proyecto

Se consideró en el cuadro de presupuesto, en la Tabla 6, las horas trabajadas por parte de los cuatro trabajadores de la empresa que fueron requeridos durante el periodo implementación de este proyecto, se costearon las horas de capacitación, así como el costo de las herramientas y materiales de medición y control (ver figura 18 y figura 19), también el traslado del personal a la sede del almacén durante el periodo de desarrollo de la investigación.

Tabla 6 Presupuesto de la implementación del DMAIC

Clasificación	Recurso	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Mano de Obra	H-H Trabajador 1	Horas Trabajadas	280	S/5.88	S/1,646
	H-H Trabajador 2	Horas Trabajadas	280	S/8.08	S/2,263
	H-H Trabajador 3	Horas Trabajadas	280	S/14.69	S/4,114
	H-H Trabajador 4	Horas Trabajadas	280	S/16.53	S/4,629
	Capacitación al personal	Horas Trabajadas	24	S/5.88	S/141
	Nueva ventana en el sistema ERP	Horas Trabajadas	24	S/11.02	S/264
Herramientas y Materiales	Cronómetros	Unidad	2	S/39.90	S/80
	Laptop	Unidad	4	S/1,020.83	S/4,083
	Registros impresos	Unidad	12	S/0.50	S/6
	Bolígrafo Faber azul	Unidad	4	S/3.00	S/12
	Tablero acrílico	Unidad	4	S/5.50	S/22
Traslado	Pasajes de traslado a sede Chancay	Unidad	168	S/15.00	S/2,520
					-S/19,780

Fuente: Elaboración por los autores



Figura 18 Referencia de cronómetros

Fuente: páginas web



Figura 19 Referencia de laptops

Fuente: páginas web

g) Entregable 7: Constituir equipo para la mejora del proceso
Se consideró a un equipo de 6 personas para el desarrollo de la implementación de la metodología DMAIC (ver Tabla 7), en el cual 2 miembros de la presente investigación eran personas externas a la empresa, el tercer miembro de la presente investigación se encontraba laborando en la empresa. Las otras 3 personas; miembros del equipo de mejora mediante el DMAIC, son personal de la empresa que apoyaron en las coordinaciones e implementación dentro de la empresa.

Tabla 7 Equipo del proyecto de implementación del DMAIC

N.º	Nombre	Área
1	Erika Susana Choquehuanca Torrel	Externo
2	Briand Jahir Damian Ruiz	Externo
3	Junior Ricardo Quintana Asencios	Mejora Continua
4	Johan Romero Santa Cruz	Logística
5	Karina Laqui Arosquipa	Logística
6	José Huapaya García	Flota

Fuente: Elaboración por los autores

h) Entregable 8: Definir los Roles de los integrantes del equipo de mejora

Se asignó los roles de los 6 miembros del equipo del proyecto (ver Tabla 8).

Tabla 8 Roles del equipo en la implementación del DMAIC

N.º	Nombre	Área	Rol	
1	Erika Susana Choquehuanca Torrel	Externo	Implementador DMAIC	Proporcionar indicaciones para la implementación del proyecto
2	Briand Jahir Damian Ruiz	Externo	Implementador DMAIC	Proporcionar indicaciones para la implementación del proyecto
3	Junior Ricardo Quintana Asencios	Mejora Continua	Implementador DMAIC	Proporcionar indicaciones para la implementación del proyecto. Intermediario entre implementadores y miembros de empresa.
4	Johan Romero Santa Cruz	Logística	Líder Área Despacho	Apoyo dentro de la empresa para lograr la implementación
5	Karina Laqui Arosquipa	Logística	Facilitador Empresa	Apoyo dentro de la empresa para lograr la implementación
6	José Huapaya García	Flota	Miembro Empresa	Apoyo dentro de la empresa para lograr la implementación

Fuente: Elaboración por los autores

- Los miembros del equipo 1, 2 y 3 del cuadro tuvieron el rol de Implementadores del DMAIC, entre las actividades dentro del rol fueron: proporcionar indicaciones para la aplicación de la Metodología DMAIC, aplicación de las 5 fases de la metodología DMAIC, aplicación de herramientas DMAIC tales como: Gantt, Ishikawa, Pareto, etc., coordinación para la aplicación del DMAIC, revisión de documentación y base de datos, etc.

- El miembro n.º 4 en el cuadro, tuvo el rol de líder del área de despacho, siendo el conocedor de los procesos internos del área, apoyo en generación de ideas, dando opinión y revisión del avance y mejoras del DMAIC.

- El miembro n.º 5 en el cuadro, tuvo el rol de facilitador en la empresa, coordinación con todos los involucrados, programación de reuniones, intermediario para que el equipo reciba correos de garita, apoyo en toma de tiempos y coordinación de manera interna y externa con otras áreas para la aplicación de las soluciones del DMAIC.

- El miembro n.º 6 en el cuadro, tuvo el rol de miembro ejecutor en la empresa, apoyó en la toma de tiempos, levantamiento de la información y apoyo en la implementación de las soluciones con los transportistas.

En la figura 20, se aprecia parte del equipo de trabajo.



Figura 20 *Equipo interno de la implementación del DMAIC*

Fuente: Elaboración por los autores

b) Fase Medir

Para la segunda parte de la metodología DMAIC, se elaboró un Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) y un mapa de flujo de valor (VSM), con los cuales se pudo visualizar de manera gráfica las actividades del proceso de despacho de productos terminados y observar los tiempos requeridos para cada actividad, con ello se identificó las actividades innecesarias que no generan valor al proceso y las esperas/demoras que provocan que el lead time aumente. Por último, se elaboró una ficha de recolección de datos la cual consiste en un registro de las entradas y salidas de las unidades de transporte, con lo cual podremos medir las unidades despachadas dentro de la jornada laboral y el tiempo promedio de dichas unidades.

a) Entregable 9: Elaboración del Diagrama de Análisis del Proceso (DAP)

Mediante la observación directa del proceso y la revisión del registro de los tiempos, se elaboró el DAP, empleando la plantilla del anexo 5.3, en donde representamos de manera gráfica las actividades del proceso de despacho, mostrando la clasificación del tipo de actividad que pertenecen, así mismo en el diagrama se evidencia el tiempo utilizado para cada actividad y las distancias recorridas.

El DAP nos muestra la trayectoria del producto terminado en el proceso de despacho y con ello identificamos con claridad los transportes y demoras.

Se identificó que el proceso de despacho de productos terminados comprende 24 actividades en un tiempo promedio de 6 horas 24 minutos y 46 segundos. Para efectos de esta investigación el tiempo ha sido considerado en horas, haciendo la conversión tenemos que el lead time fue de 6.41 horas.

En la figura 21 podemos apreciar los tiempos de cada actividad dentro del proceso de despacho, además se visualiza en color rojo los tiempos de las esperas. En la figura 22, nos muestra el tiempo total por tipo de actividad, en donde se destaca que las esperas dentro del proceso de despacho representan el mayor porcentaje (28%) del tiempo total, con ello nos dimos cuenta de que es la actividad donde debemos de tomar acciones para su reducción, ya no genera valor agregado.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DE DESPACHO										
EMPRESA:	EMPRESA DE EXPLOSIVOS		FECHA:	19/06/2023						
ÁREA:	ALMACEN		ELABORADO POR:	CHOQUEHUANCA TORREL, ERIKA SUSANA DAMIAN RUIZ, BRIAND JAHIR QUINTANA ASENCIOS, JUNIOR RICARDO						
PROCESO:	DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO		MÉTODO:	PROPUESTO - NORMAL						
INICIO:	LLEGADA UNIDAD TRANSPORTE		FIN:	SALIDA UNIDAD TRANSPORTE						
RESUMEN										
ACTIVIDAD		CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA						
1 Operación	●	5	1:13:12							
2 Transporte	➔	8	1:21:06	3500						
3 Espera	⏸	8	1:49:00							
4 Inspección	⏏	2	0:34:28							
5 Almacenamiento	▼	0	0:00:00							
6 Operación + Inspección	●	1	1:27:00							
Total		24	6:24:46	3500						
ACTIVIDAD		CANT.			SÍMBOLOS			DETALLE DEL PROCESO		
		U	M	MIN	●	➔	⏸		⏏	▼
D1	<i>Esperar turno de atención en garita principal</i>			0:07						
T1	Llegada transporte a garita, revisión, registro y emisión ticket ingreso	1		0:19						
T2	Traslado transporte a oficina despachos	1	100	0:06						
D2	<i>Espera por falta de SGT (Solicitud Guía Tránsito)</i>			0:04						
T3	Recepción documentos en oficina despachos	1		0:18						
T4	Traslado transporte a balanza	1	1000	0:08						
D3	<i>Esperar turno de atención en balanza</i>			0:08						
T5	Pesaje de tara transporte en balanza y anuncio	1		0:09						
D4	<i>Esperar turno de carguío</i>			0:58						
T6	Traslado transporte al polvorín y posicionamiento	1	500	0:18						
T7	Carguío previo lectura trazabilidad	1		1:27						
T8	Traslado transporte cargado a balanza	1	500	0:14						
T9	Traslado conductor oficina almacén producto	1	150	0:09						
D5	<i>Espera por validación de factura por Sunat</i>			0:02						
T10	Entrega guía remisión y reporte trazabilidad, firma	1		0:13						
T11	Traslado conductor oficina almacén - balanza	1	150	0:10						
D6	<i>Espera turno de pesaje</i>			0:16						
T12	Pesaje destare transporte en balanza y emisión ticket pesaje	1		0:09						
T13	Traslado transporte a oficina despachos	1	1000	0:09						
D7	<i>Espera turno de atención</i>			0:05						
T14	Entrega documentos y precintado de transporte en of. despachos	1		0:24						
T15	Traslado transporte a garita	1	100	0:05						
D8	<i>Espera turno de atención</i>			0:06						
T16	Salida transporte e inicio de traslado al cliente final	1		0:15						
TOTAL		16	3500	6:24	5	8	8	2	0	1

Figura 21 Diagrama de Análisis del Proceso de la metodología DMAIC

Fuente: Elaboración por los autores

RESUMEN						
ACTIVIDAD			CANTIDAD	TIEMPO	Horas	%
1	Operación		●	1:13:12	1.22	19%
2	Transporte		➔	1:21:06	1.35	21%
3	Espera		D	1:49:00	1.82	28%
4	Inspección		■	0:34:28	0.57	9%
5	Almacenamiento		▽	0:00:00	0.00	0%
6	Operación + Inspección		■	1:27:00	1.45	23%
Total			24	6:24:46	6.41	100%

Figura 22 Resumen del Diagrama de Análisis del Proceso del DMAIC

Fuente: Elaboración por los autores

a.1) Elaboración del VSM – mapa de flujo de valor

En este entregable también se elaboró un mapa de cadena de valor (VSM) en donde se analizó el flujo de los pasos del proceso de despacho y de la información requerida desde su origen hasta poner a disposición del cliente el producto terminado.

El VSM permitió identificar desperdicios, ya que muestra aquellas actividades y esperas que no agregan valor al proceso, las que están resaltadas de amarillo en la figura 23, y dichos desperdicios se detallan en la tabla 9.

Mediante la figura 23, se observó que el lead time del proceso es de 6.41 horas o 384 min, en los cuales se identificó que un total de 195 min (51%) generan valor agregado, mientras que 189 min (49%) no generan valor agregado.

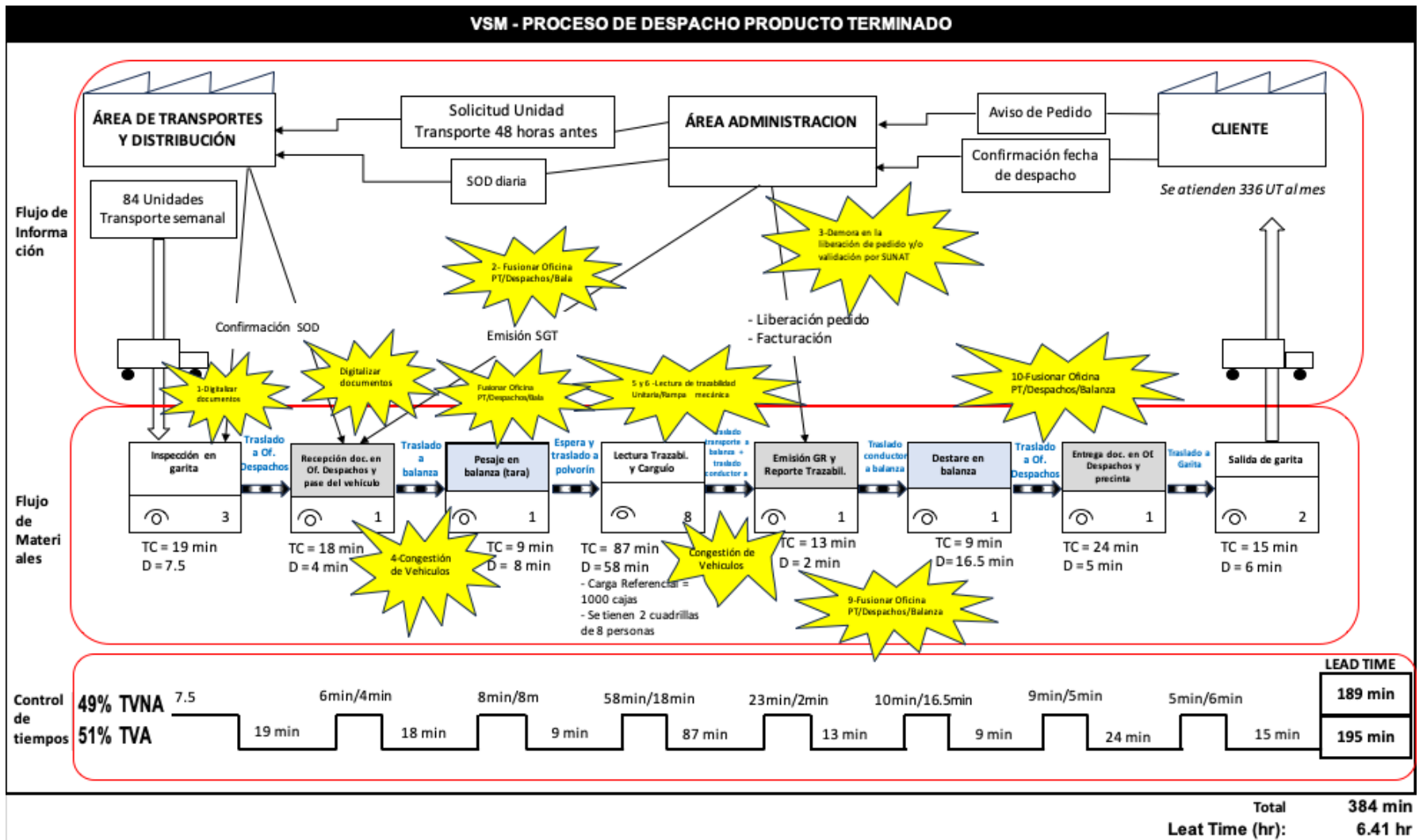


Figura 23 Mapa de Flujo de Valor de implementación del DMAIC

Fuente: Elaboración por los autores

b) Entregable 10: Identificar procesos innecesarios dentro del área

Luego de analizar el DAP y el VSM pudimos observar 7 procesos innecesarios que no agregan valor, identificamos la acción o problema de cada actividad y sus respectivos tiempos, los cuales producen un aumento en el lead time (ver Tabla 9).

Tabla 9 *Procesos innecesarios identificados en metodología DMAIC*

N°	Desperdicios	Problema	Subproceso	Tiempo Actual (hr)	Imagen referencial
1	Proceso innecesario	Se solicita documentos para revisión en 2 puntos. El primero para registro y el segundo para emisión del pase de ingreso.	Inspección al ingresar en garita de control	00:15	
2	Proceso innecesario	La trazabilidad se realiza a nivel de caja. Se quiere llevar a nivel de pallet.	Lectura de trazabilidad	01:03	
3	Proceso innecesario	Trasladar cajas en carretillas al fondo del furgón (02 personas)	Carguío (1000 cajas)	00:20	
4	Proceso innecesario	Falta digitalizar procesos documentarios (reducir copias de documentación de unidades y conductores)	Recepción de documentos en Garita	00:16	
5	Proceso innecesario	Falta digitalizar procesos documentarios (reducir copias de documentación de unidades y conductores)	Oficina de Despachos	00:20	
6	Movimiento personas	Conductor se dirige caminando a recoger Guía de Remisión y Reporte Trazabilidad en oficina almacén.	Entrega Guía de Remisión y reporte trazabilidad	00:08	
7	Transporte innecesario	Conductor recoge documentos (DOT, GT, Pesos y Medidas, hoja resumen) de oficina despachos.	Traslado del conductor hacia la oficina de despacho	00:04	

Fuente: Elaboración por los autores

c) Entregable 11: Identificar las esperas/demoras dentro del área

Luego de analizar el DAP y el VSM pudimos observar en la Tabla 10 que dentro del proceso existen 3 esperas/demoras, identificamos la acción o problema de estas esperas y sus respectivos tiempos que generan que el lead time sea mayor al objetivo.

Se identificó que el mayor tiempo de demora se produce al esperar el turno de carguío, generando colas y congestión de los camiones como se puede evidenciar en la figura 24.

Tabla 10 *Esperas y demoras identificadas de metodología DMAIC*

N°	Desperdicios	Problema	Subproceso	Tiempo Actual (hr)	Imagen referencial
1	Esperas/ Demoras	Espera de la unidad transporte en garita, Of. Despachos por falta de SGT (Solicitud Guía Tránsito), al ingreso y a la salida.	Ingreso y registro de documentos	00:16	
2	Esperas/ Demoras	Falta de liberación de pedido y facturación validada por SUNAT	Impresión de Guía de Remisión	00:02	
3	Esperas/ Demoras	Congestión de unidades de transporte	Tara / Ingreso a polvorín / Destare	01:16	

Fuente: Elaboración por los autores



Figura 24 Fotos de esperas y demoras en área de despacho

Fuente: Elaboración por los autores

d) Entregable 12: Elaboración de Ficha de recolección de datos
Se diseñó una ficha para el registro de los tiempos al ingreso y salida de las unidades de transporte del área de despacho, con ello podremos identificar las unidades despachadas dentro de la jornada laboral respecto a las unidades programadas y calcular su tiempo promedio. La ficha incluye otros datos relevantes para el registro de las unidades de transporte (ver figura 25).

Esta ficha de registro será llenada por el personal de garita, debido a que ellos llevan el control de las unidades que ingresan y salen dentro del área.

FICHA DE REGISTRO INGRESO Y SALIDA TRANSPORTES															
Fecha	HR	HS	CR	DP.H	Destino	Emp. Transportes	Conductor	S.L. Combust	Remolque	Placa	G. Tronzo	G. Remolque	Producto	Peso	Observaciones
3-Jul	06:48	11:12	06:24	5:40	MNERA ALBERERA RETAMAS S.A.	TRANSPORTES & SERVICIOS LECCA E.R.L.	FLORIS CAPO LLAR JUAN	26-47159430	TR65-628	---	22940-2023-SUCAMEC- SEPPI-07E	071- 0049932	EMULNOR 1000 1 14'X 10' 1,250 KGR	8331HTN, 8332HTN, 8333HTN, 8334HTN	CARGO CONFIRME
3-Jul	06:50	14:11	07:21	7:35	MNERA RL S.A.	TRANSPORTES PECHES E.I.R.L.	ROGALLES YURANQUA EDGAR HOLANDO	24-44881805	VAV-835	---	24200-2023-SUCAMEC- SEPPI-07E	071- 0048971	EMULNOR 8000 1 12'X 12' 11,750 KGR (A70 CJA)	8483HTR, 8479HTR, 8411HTR, 8336HTR	CARGO CONFIRME

Figura 25 Ficha de recolección de datos para la implementación del DMAIC

Fuente: Elaboración por los autores

d.1) Revisión data y toma de tiempos

Mediante el apoyo del personal de garita y del equipo del proyecto dentro de la empresa; se registró la hora de ingreso y salida de las unidades de transporte, como se aprecia en la figura 26, y con ello hemos identificado los tiempos que demoran las unidades para ser despachados. La toma de tiempo y la cantidad de unidades despachadas se registraron de manera diaria, como ejemplo ver figura 27, y para efectos de análisis del proyecto se calculó de manera semanal; como se puede visibilizar en la Tabla 11, donde hemos consolidado las cantidades diarias de despachos programados y entregados, junto al tiempo total empleado en el día, con ello podemos hacer un estudio por semanas.

Para más detalles de la base de datos se puede ver el Anexo 4.



Figura 26 Foto de toma de tiempos en área de despacho

Fuente: Elaboración por los autores

FICHA DEREGISTRO DE DESPACHO INGRESOS SALIDAS TRANSPORTES														
Fecha	Hora Ingreso	Hora Salida	Tiempo de despacho (horas)	Destino	Emp. Transportes	Conductor	Lc. Conducir	Remolcador	Semi - remolcador	G. Transito	G. Remision	Producto	Precintos	Observaciones
5-Jun	5:48	11:12	5:24	MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.	TRANSPORTES & SERVICIOS LECCA EIRL	FLORES CAIPO LUIS IVAN	D-47159430	T4S-828	---	22840-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0040932	EMULNOR 1000 1 1/4" X 16" 1,250 KGR	8351HTN, 8333HTN, 8336HTN, 8294HTN	CARGUIO CONFORME
5-Jun	6:50	14:11	7:21	MINERA IRL S.A.	TRANSPORTES PECHE'S E.I.R.L.	ROSALES YUPANQUI EDGAR ROLANDO	Q-44861805	VAV-835	---	24096-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0041071	EMULNOR 5000 1 1/2" X 12" 11,750 KGR (470 CIA)	5453HTR, 5470HTR, 5341HTR, 5336HTR	CARGUIO CONFORME
5-Jun	6:55	12:28	5:33	COMPAÑIA EXPLOTADORA DE LAS MINAS DE COLQUIPOCRO S.A.	GRUPO SAGRADO CORAZON DE JESUS S.A.C.	PAREJA PADILLA, FREDY	S-41525460	AHQ-925	----	23378-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0040987	96 CIA DINAMITA SG 65 7/8" X 7" (T) 2,400.0 KGR	6307HTR-6254HTR-6347HTR-6324HTR.	CARGUIO CONFORME
5-Jun	7:29	14:57	7:28	ALPAYANA S.A.	CHAVEZ CARGO S.R.L.	CONDOR CAMPOS FIDEL TEOBALDO	Q-04085776	D8Z-857	AXQ-987	23415-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0040995	1,000 SCO SUPERFAM DOS (25 kg) 25,000 KGR	6194HTR-6156HTR-6191HTR-6197HTR.	CARGUIO CONFORME
5-Jun	7:35	14:23	6:48	CIA. MINERA CONDESTABLE S.A.	CHAVEZ CARGO S.R.L.	CALLUPE CHAVEZ JHON	Q-46452171	AAG-947	F4E-971	23385-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0040993	810 SCO SUPERFAM DOS (25KG) (ANFO) 20,250.0 KGR	6200HTR-6190HTR-6189HTR-6195HTR.	CARGUIO CONFORME
5-Jun	7:40	14:00	6:20	MINERA SOTRAMI S.A.	TRANSPORTE DIAZ S.R.L.	HERRERA CRUZADO NEY ELVIS	Q-48232650	S1V-852	---	23386-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0040991	240 EMULNOR 1000 1" X 12" 6,000.0 KGR	8814HTN-8824HTN-8823HTN.	CARGUIO CONFORME
5-Jun	10:05	16:01	5:56	BOROO MISQUICHILCA S.A.	TRANSPORTES ATLANTIC INTERNATIONAL BUSINESS S.A.C	NEMIAS KENI NIETO MENDIETA	M-44735460	BEQ-816	F8P-984	23413-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0040996	SOLUCION ACUOSA DE NITRATO APU (SANG - APU) 30,000 KGR	0030061-0030062-0030063-0030064-0030065-0030066.	CARGUIO CONFORME
5-Jun	10:05	16:11	6:06	BOROO MISQUICHILCA S.A.	TRANSPORTES ATLANTIC INTERNATIONAL BUSINESS S.A.C	MEZA CONDOR, PERCY TITO	Q-43191853	BBF-860	BBJ-995	23414-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0040997	SOLUCION ACUOSA DE NITRATO APU (SANG - APU) 30,000 KGR	0030068-0030069-0030070-0030071-0030072-0030073.	CARGUIO CONFORME
5-Jun	12:38	19:53	7:15	DELGADO MEDINA CARLOS ALFREDO	TRANSPORTE MUNCAR FERRETERIA Y SERVICIOS S.A.C.	CABRERA CASTRO JUAN MANUEL	H-46381728	VBR-839	----	24702-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0041163	EMULNOR 3000 1" X 8" 10,000 KGR (400 CIA)	6439HTR, 6418HTR, 6412HTR	CARGUIO CONFORME
5-Jun	14:00	20:10	6:10	MOTA - ENGL PERU S.A.	WILARSERVIS S.A.C.	TODCO SANCHEZ, CARLO RODRIGO	H72902550	AYQ-811	----	23455-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0040998	40 CIA EMULNOR 3000 2" x 16" 1,000 KGR	6306HTR-6303HTR-6310HTR.	CARGUIO CONFORME
6-Jun	5:43	13:06	7:23	FAMESA EXPLOSIVOS LA JOYA - AREQUIPA	WILARSERVIS S.A.C.	ALANYA PAITAMPOMA, FIDEL EMER	P-47947483	AKN-805	---	23508-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0040-0008719	500 CIA DINAMITA SG 65 7/8" x 7" (T) 12,500 KGR	6337HTR-6340HTR-6332HTR-6335HTR-6315HTR.	CARGUIO CONFORME
6-Jun	6:02	13:40	7:38	CIA. MINERA CARAVELI S.A.C.	EMPRESA DE TRANSPORTES TARRILLO EIRL	YUPANQUI LEZAMA ELI	D-18008711	T9M-876	---	23501-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0041002	300 CIA EMULNOR 3000 1 1/4" X12" 7,500.0 KGR	6311HTR-6325HTR-6304HTR-6322HTR.	CARGUIO CONFORME
6-Jun	6:05	12:54	6:49	FAMESA EXPLOSIVOS LA JOYA - AREQUIPA	TRANSPORTES ZETRAMSA S.A.C.	CRISOSTOMO VALDIVIESO POMPEYO	Q-20891685	BTF-752	F5B-988	23503-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	040-0008720	40 CIA EMULNOR 5000 1" x 12" 1,000 KGR	6326HTR-6313HTR-6334HTR-6344HTR.	CARGUIO CONFORME
6-Jun	7:00	14:19	7:19	ARANGO SARASI ROMELIA ELVIRA	GMH TRANSPORTES E.I.R.L.	MEZA MOLINA, HENRRY WILLIAMS	Q-25725365	ABB-853	---	10171-2023-SUCAMEC-GEPP	0011-0041003	212 CIA DINAMITA SG 65 7/8" x 7" (T) 5,300 KGR	6308HTR-6329HTR-6330HTR.	CARGUIO CONFORME
6-Jun	7:24	12:27	5:03	SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A.	TRANSPORTES ZETRAMSA S.A.C.	CASHU RAMIREZ, ROY RUBER	Q-40550395	BMY-714	F3Q-997	23527-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0041001	SOLUCION ACUOSA DE NITRATO APU (SANG - APU) 30,000 KGR	0030074-0030075-0030076-0030077-0030078-0030079.	CARGUIO CONFORME
6-Jun	8:48	16:22	7:34	VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A.	TRANSPORTES ZETRAMSA S.A.C.	CAPISTRANO COCHACHES YOMAR YONAT	Q-46008197	BLI-735	AFY-976	23511-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0041008	630 CIA EMULNOR 3000 1 1/4" x 12" 15,750 KGR	6186HTR-6253HTR-6187HTR-6157HTR.	CARGUIO CONFORME
6-Jun	8:50	15:17	6:27	RODRIGUEZ ROLDAN, MITSU KATHERINE	SOLUCIONES INTEGRALES YODAY SAC	MONTEZA VILLANUEVA, SEGUNDO PORFIRIO	Q-43299006	BJE-806	----	23510-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0041007	275 CIA DINAMITA SG 65 7/8" X 7" (T) 6,875.0 KGR	6343HTR96309HTR-6342HTR-6319HTR-6317HTR.	CARGUIO CONFORME
6-Jun	14:18	17:37	3:19	DELGADO MEDINA CARLOS ALFREDO	TRANSPORTE MUNCAR FERRETERIA Y SERVICIOS S.A.C.	CABRERA CASTRO JUAN MANUEL	H-46381728	VBR-839	----	09959-2023-SUCAMEC-GEPP / 09960-2023-SUCAMEC-GEPP	0011-0041013	300 CIA EMULNOR 5000 1" x 7" 7,500 KGR	6168HTN-6155HTN-6188HTN-6163HTN.	CARGUIO CONFORME
6-Jun	13:12	19:26	6:14	MINERA AURIFERA CUATRO DE ENERO S.A.	TRANSPORTE QUALITA SERVICE S.A.C.	AVILA MARTINEZ AMANDO	Q-09596672	B8K-726	---	23580-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0041011	300 CIA EMULNOR 1000 1" x 8" 7,500.00 KGR	6171HTN, 6154HTR, 6170HTR, 6174HTR, 6168HTR, 6199HTR	CARGUIO CONFORME
6-Jun	7:26	12:52	5:26	SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A.	EMPRESA DE TRANSPORTES DIAZ S.R.L.	ORO RIVERA, ANACLETO ALBERTO	E32408247	X3X-898	---	23665-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0041018	10 TOT SAN G AURUM UP+ 10,000 KGR	6265HTR-6258HTR-6278HTR-6164HTR.	CARGUIO CONFORME
7-Jun	7:27	12:20	4:53	COMPAÑIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.	PALMIX OPERADOR LOGISTICO S.A.C	CHAVEZ HUERTA JUAN EDGARD	Q42586751	AUF-838	----	23657-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0041016	100 CIA EMULNOR 3000 1 1/4" X 12" 2,500.0 KGR	6339HTR-6305HTR-6302HTR.	CARGUIO CONFORME
7-Jun	7:27	12:28	5:01	COMPAÑIA MINERA TUNKYRO S.A.C.	TRANSPORTES PECHE'S E.I.R.L.	ROSALES YUPANQUI EDGAR ROLANDO	Q44861805	VAV-835	---	11921-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0041017	200 CIA EMULNOR 3000 7/8" X 7" 5,000.0 KGR	6286HTR-6348HTR-6301HTR.	CARGUIO CONFORME
7-Jun	7:35	13:02	5:27	CONTRATISTAS GENERALES TECMANIN E.I.R.L.	INVERSIONES YURY S.A.C.	YUNCA CANTARO, JULIAN BRIGIDO	E32044798	C7P-731	----	11412-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0041020	450 CIA DINAMITA SG 65 7/8" X 7" (T) 11,250.0 KGR	6175HTR-6179HTR-6167HTR.	CARGUIO CONFORME

Figura 27 Ejemplo de datos recolectados en la implementación del DMAIC

Fuente: Elaboración por los autores

Tabla 11 Datos registrados en el pre test de la implementación del DMAIC

Mes	Semana	Día	Cantidad Despachos Programados	Cantidad Despachos Realizados	Tiempo Total (hr)	tiempo Min (hr)	tiempo Prom (hr)	tiempo Max (hr)
Junio	23	5-Jun	10	8	64.35	5:24	6:26	7:28
	23	6-Jun	10	8	63.20	3:19	6:19	7:38
	23	7-Jun	8	7	44.02	4:32	5:30	7:18
	23	9-Jun	15	15	80.50	3:52	5:22	6:11
	23	10-Jun	11	8	87.43	5:22	7:56	9:50
	24	12-Jun	10	7	71.60	5:28	7:09	8:13
	24	13-Jun	10	5	62.87	4:58	6:17	9:53
	24	14-Jun	14	7	90.57	3:10	6:28	9:02
	24	15-Jun	13	11	98.80	5:17	7:36	11:54
	24	16-Jun	12	9	85.20	5:06	7:06	9:54
	24	17-Jun	9	6	64.75	2:47	7:11	10:55
	25	19-Jun	13	10	71.27	3:09	5:28	8:04
	25	20-Jun	10	9	59.60	4:51	5:57	7:37
	25	21-Jun	8	6	44.23	3:40	5:31	7:05
	25	22-Jun	14	13	91.93	3:39	6:34	9:29
	25	23-Jun	15	13	90.05	3:56	6:00	7:56
	25	24-Jun	9	7	60.17	2:44	6:41	11:38
	26	26-Jun	10	9	54.92	3:36	5:29	8:08
	26	27-Jun	13	11	76.07	3:12	5:51	8:12
	26	28-Jun	15	9	99.08	5:08	6:36	8:13
26	29-Jun	7	5	48.03	4:58	6:51	9:53	
26	30-Jun	12	4	81.98	3:10	6:49	11:54	
Julio	26	1-Jul	8	8	40.50	3:52	5:03	7:07
	27	3-Jul	11	7	72.12	4:10	6:33	8:02
	27	4-Jul	11	10	69.82	5:45	6:20	6:59
	27	5-Jul	10	8	65.95	5:33	6:35	7:28
	27	6-Jul	9	7	57.77	3:19	6:25	7:38
	27	7-Jul	6	5	34.05	4:53	5:40	7:18
	27	8-Jul	8	8	41.98	4:32	5:14	6:11
	28	10-Jul	10	10	53.92	3:52	5:23	6:09
	28	11-Jul	10	7	81.02	5:22	8:06	9:50
	28	12-Jul	13	8	89.40	5:28	6:52	8:13
	28	13-Jul	6	3	35.20	4:58	5:52	8:04
	28	14-Jul	15	8	100.43	3:10	6:41	9:53
	28	15-Jul	20	15	147.77	5:17	7:23	11:54
	29	17-Jul	12	9	82.52	2:47	6:52	9:54
	29	18-Jul	10	8	66.15	3:09	6:36	10:55
	29	19-Jul	6	5	30.00	3:15	5:00	8:04
	29	20-Jul	8	7	47.95	4:51	5:59	7:37
	29	21-Jul	7	5	41.13	3:40	5:52	7:05
	29	22-Jul	5	5	27.10	4:30	5:25	6:30
	30	24-Jul	6	5	42.27	3:39	7:02	9:29
30	25-Jul	9	9	55.97	5:23	6:13	7:48	
30	26-Jul	12	10	71.40	3:56	5:57	7:56	

Fuente: Elaboración por los autores

c) Fase Analizar

En la tercera fase de la implementación del DMAIC, se elaboró el Diagrama de Ishikawa donde se pudo identificar las 7 principales causas del problema de baja productividad del proceso, con ello se desarrolló el diagrama de Pareto evidenciando las causas más relevantes que generan el 80% del problema. Se identificó 3 de las principales causas apoyándonos con la matriz de priorización y la técnica de los 5 Por que's. En la siguiente fase de la metodología se mejorarán las 3 principales causas identificadas.

a) Entregable 13: Diagrama de Ishikawa

Mediante el conocimiento e ideas del equipo se desarrolló el Diagrama de Ishikawa donde hemos diagnosticado las causas del problema de baja productividad. La figura 28 nos permite visualizar las 21 causas que generan la baja productividad del proceso.

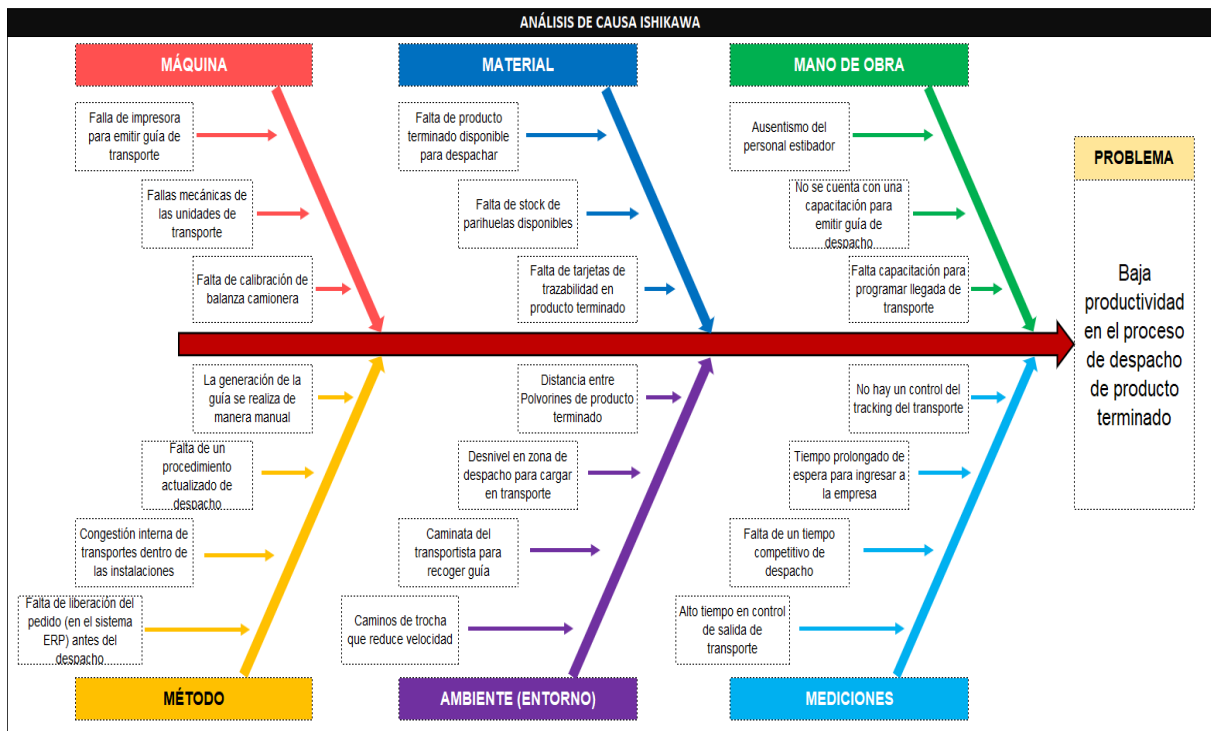


Figura 28 Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración por los autores

b) Entregable 14: Diagrama de Pareto

Luego de identificar las causas del problema, se elaboró el diagrama de Pareto con el cual pudimos evidenciar las causas más relevantes que generan el 80% del problema. Es fundamental la aplicación de esta herramienta ya que nos permite atacar la causa raíz del problema y con ello se obtendrá mejoras en el proceso.

En la Tabla 12, se ordenó de mayor a menor el porcentaje de influencia de las causas en el problema, y mediante el acumulado de dicho porcentaje se identificó que 3 de las causas generan el 76% del problema (ver figura 29).

Tabla 12 Análisis de Pareto

CAUSAS	%	% Acumulado
Falta de producto terminado disponible para despachar	25.2%	25%
Congestión interna de transportes dentro de las instalaciones	25.2%	50%
Falta de liberación del pedido (en el sistema ERP) antes del despacho	25.2%	76%
Distancia entre Polvorines de producto terminado	8.8%	84%
Caminata del transportista para recoger guía	2.5%	87%
Caminos de trocha que reduce velocidad	2.5%	89%
Alto tiempo en control de salida de transporte	1.0%	90%
Tiempo prolongado de espera para ingresar a la empresa	1.0%	91%
Falta de un tiempo competitivo de despacho	1.0%	92%
Tiempo prolongado de espera para ingresar a la empresa	1.0%	93%
Falta de un procedimiento actualizado de despacho	1.0%	94%
No hay un control del tracking del transporte	1.0%	95%
Ausentismo del personal estibador	1.0%	96%
Desnivel en zona de despacho para cargar en transporte	1.0%	97%
Fallas mecánicas de las unidades de transporte	1.0%	98%
Falta de tarjetas de trazabilidad en producto terminado	0.3%	99%
Falta de stock de parihuelas disponibles	0.3%	99%
La generación de la guía se realiza de manera manual	0.3%	99%
Falta de calibración de balanza camionera	0.3%	99%
Falla de impresora para emitir guía de transporte	0.3%	100%
No se cuenta con una capacitación para emitir guía de despacho	0.3%	100%

Fuente: Elaboración por los autores

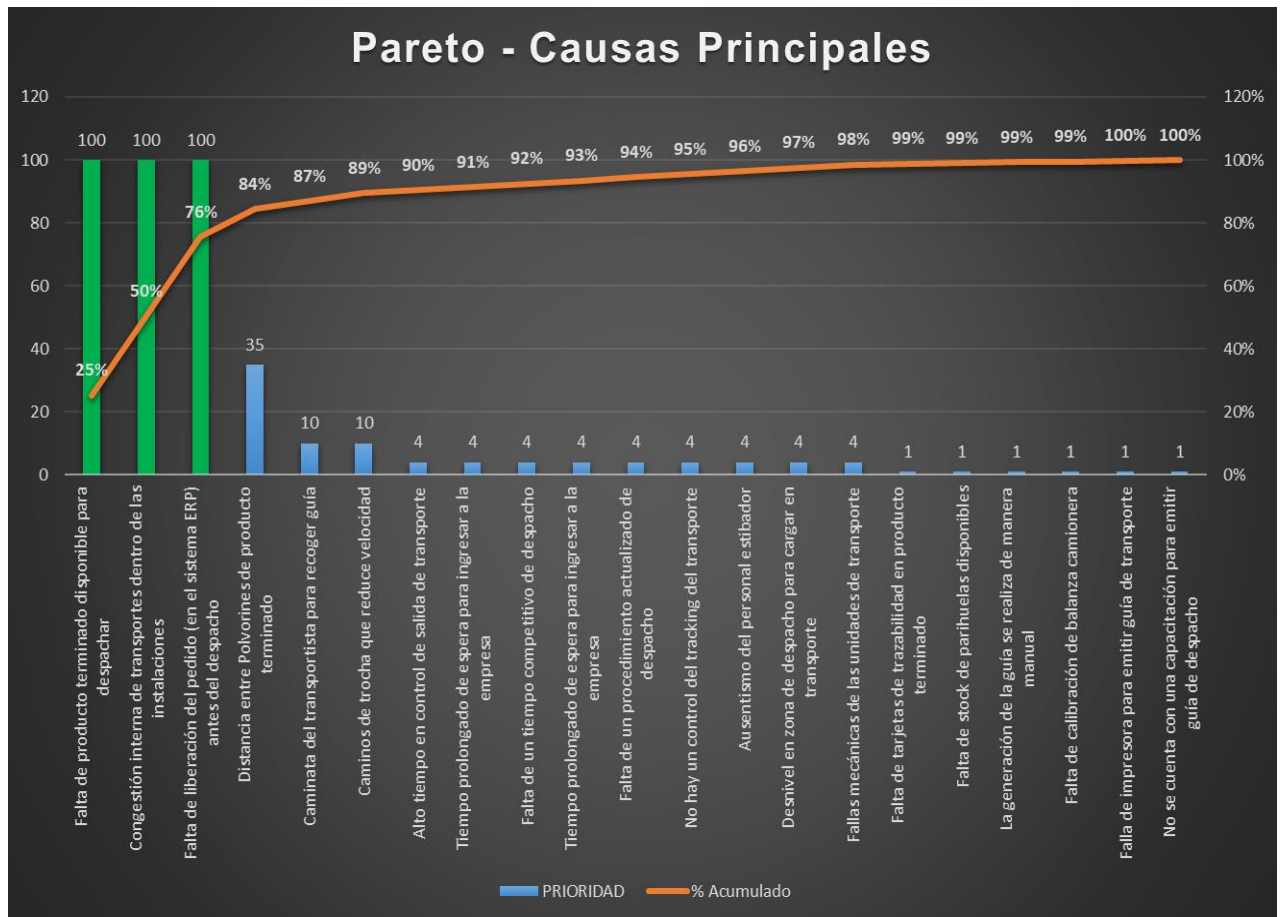


Figura 29 Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración por los autores

c) Entregable 15: Identificar las principales causas del problema
 Mediante el diagrama de Pareto se identificó las 3 causas más relevante que generan la baja productividad del proceso de despacho (ver Tabla 13), siendo estas causas las principales generadoras de demoras en el proceso, ya que la falta de disponibilidad de productos generan esperas de los camiones en el proceso, la falta de organización en las llegadas y salidas en la zona de balanza produce que los camiones tengan que esperar su turno en el proceso y la falta de liberación del pedido también genera demoras en el proceso.

Tabla 13 Cuadro de Causas identificadas en metodología DMAIC

N°	Causas	Detalle
1	Falta de producto terminado disponible para despachar	Falta de disponibilidad del producto terminado para el despacho genera demoras
2	Congestión interna de transporte dentro de las instalaciones (en balanza de pesaje)	Los vehículos demoran en salir, mientras que otros llegan al área generando esperas
3	Falta de liberación del pedido en el sistema ERP antes del despacho	Demoras en la liberación de pedidos y facturación

Fuente: Elaboración por los autores

d) Entregable 16: Matriz de Priorización

La matriz de priorización ayudó en asignarle una prioridad en la búsqueda de soluciones a las causas identificadas.

Para la obtención del valor de prioridad hemos cuantificado la frecuencia en la que se presentan estas causas, así como el impacto en el proceso. Mediante la multiplicación de estos dos valores de frecuencia e impacto hemos calculado la prioridad de cada causa del problema, como se puede apreciar en la Tabla 14.

Tabla 14 *Prioridad de las causas del DMAIC*

CAUSAS	FRECUENCIA	IMPACTO	PRIORIDAD
Falta de producto terminado disponible para despachar	10	10	100
Congestión interna de transportes dentro de las instalaciones	10	10	100
Falta de liberación del pedido (en el sistema ERP) antes del despacho	10	10	100
Distancia entre Polvorines de producto terminado	7	5	35
Caminata del transportista para recoger guía	5	2	10
Caminos de trocha que reduce velocidad	5	2	10
Alto tiempo en control de salida de transporte	2	2	4
Tiempo prolongado de espera para ingresar a la empresa	2	2	4
Falta de un tiempo competitivo de despacho	2	2	4
Tiempo prolongado de espera para ingresar a la empresa	2	2	4
Falta de un procedimiento actualizado de despacho	2	2	4
No hay un control del tracking del transporte	2	2	4
Ausentismo del personal estibador	2	2	4
Desnivel en zona de despacho para cargar en transporte	2	2	4
Fallas mecánicas de las unidades de transporte	2	2	4
Falta de tarjetas de trazabilidad en producto terminado	1	1	1
Falta de stock de parihuelas disponibles	1	1	1
La generación de la guía se realiza de manera manual	1	1	1
Falta de calibración de balanza camionera	1	1	1
Falla de impresora para emitir guía de transporte	1	1	1
No se cuenta con una capacitación para emitir guía de despacho	1	1	1

Cuantificación de Frecuencia:

10	Siempre
7	Casi Siempre
5	A veces
2	Casi Nunca
1	Nunca

Cuantificación de impacto:

10	Muy alto
7	Alto
5	Medio
2	Bajo
1	Muy bajo

Fuente: Elaboración por los autores

En la Tabla 15 se aprecia que las 3 principales causas, tiene una prioridad de 100 puntos, siendo estas las que generan el 76% del Pareto, la siguiente acción fue buscar el porqué del origen de estos problemas.

Tabla 15 Matriz de Priorización

CAUSAS	PRIORIDAD	%	% Acumulado
Falta de producto terminado disponible para despachar	100	25.2%	25%
Congestión interna de transportes dentro de las instalaciones	100	25.2%	50%
Falta de liberación del pedido (en el sistema ERP) antes del despacho	100	25.2%	76%
Distancia entre Polvorines de producto terminado	35	8.8%	84%
Caminata del transportista para recoger guía	10	2.5%	87%
Caminos de trocha que reduce velocidad	10	2.5%	89%
Alto tiempo en control de salida de transporte	4	1.0%	90%
Tiempo prolongado de espera para ingresar a la empresa	4	1.0%	91%
Falta de un tiempo competitivo de despacho	4	1.0%	92%
Tiempo prolongado de espera para ingresar a la empresa	4	1.0%	93%
Falta de un procedimiento actualizado de despacho	4	1.0%	94%
No hay un control del tracking del transporte	4	1.0%	95%
Ausentismo del personal estibador	4	1.0%	96%
Desnivel en zona de despacho para cargar en transporte	4	1.0%	97%
Fallas mecánicas de las unidades de transporte	4	1.0%	98%
Falta de tarjetas de trazabilidad en producto terminado	1	0.3%	99%
Falta de stock de parihuelas disponibles	1	0.3%	99%
La generación de la guía se realiza de manera manual	1	0.3%	99%
Falta de calibración de balanza camionera	1	0.3%	99%
Falla de impresora para emitir guía de transporte	1	0.3%	100%
No se cuenta con una capacitación para emitir guía de despacho	1	0.3%	100%

Fuente: Elaboración por los autores

e) Entregable 17: Aplicación Técnica de los 5 Por que's

Luego de haber identificado las 3 causas más relevantes del problema, se aplicó la técnica de los 5 Por que's, donde se realizaron una serie de preguntas que exploren el motivo de estos 3 problemas.

Al analizar el por qué se producen los 3 problemas de falta de disponibilidad de producto terminado, congestión en balanza y falta de liberación de pedido; nos ayuda a poder implementar soluciones en la cuarta fase de la metodología DMAIC.

A partir de la figura 30, concluimos que la falta de producto terminado disponible para despacho es porque se presenta ruptura de stock en algunos productos, esto porque falta mayor

coordinación con otras áreas y ello porque todas las áreas involucradas no están alineadas.

En la figura 31, inferimos que la congestión de unidades de transporte de Producto Terminado es porque se acumulan en el ingreso diferentes unidades de transporte, porque dichas unidades llegan a cualquier hora, porque no se ha establecido un programa de transporte que ayude planificar los tiempos.

En la figura 32, deducimos que la falta de liberación del pedido antes de la fecha del despacho se da porque el área comercial no verifica con anticipación los pedidos para liberarlos oportunamente, porque se generan en el sistema las ordenes sin liberar el pedido, ello porque no existe restricciones en el sistema.

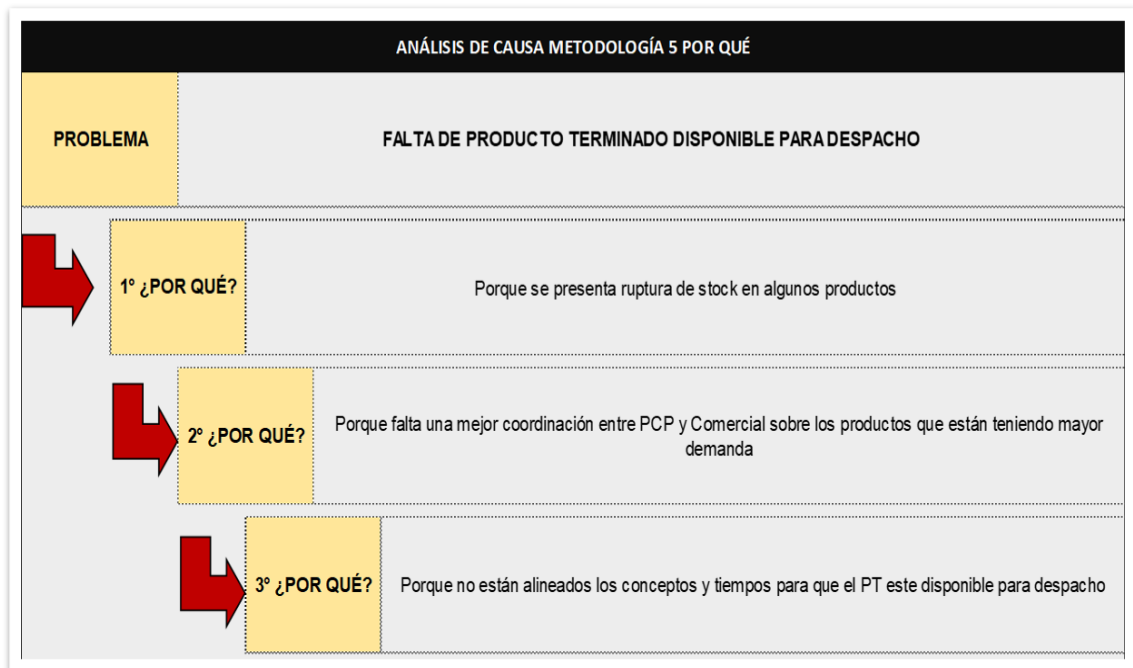


Figura 30 Análisis de los 5 Por qué's de la primera causa

Fuente: Elaboración por los autores

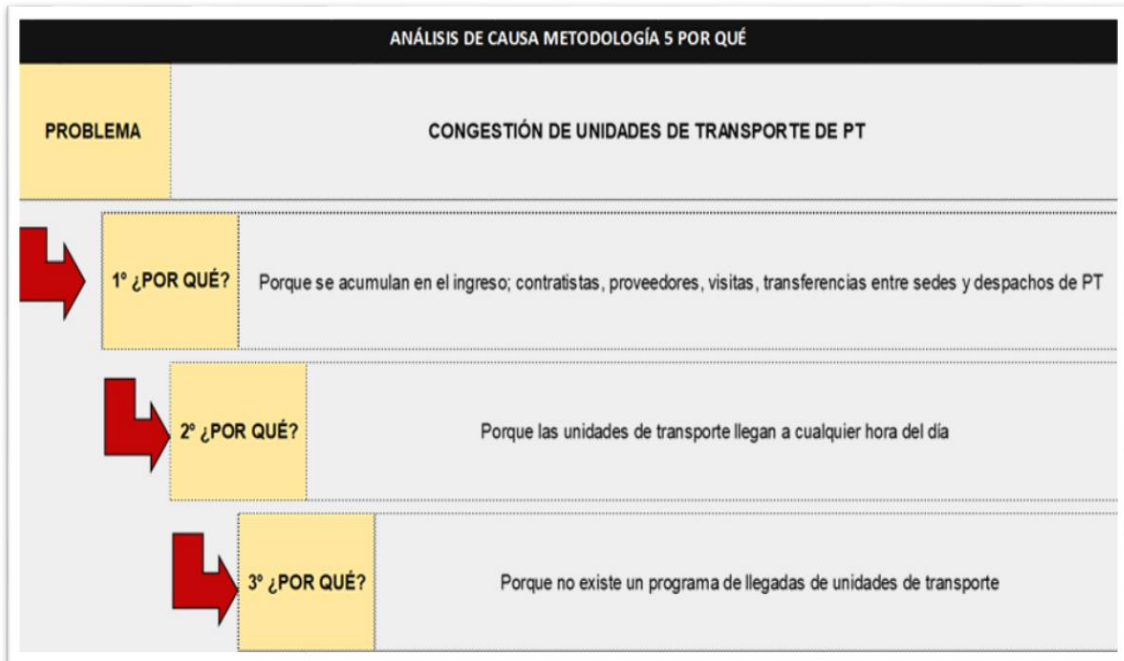


Figura 31 *Análisis de los 5 Por qué's de la segunda causa*

Fuente: Elaboración por los autores

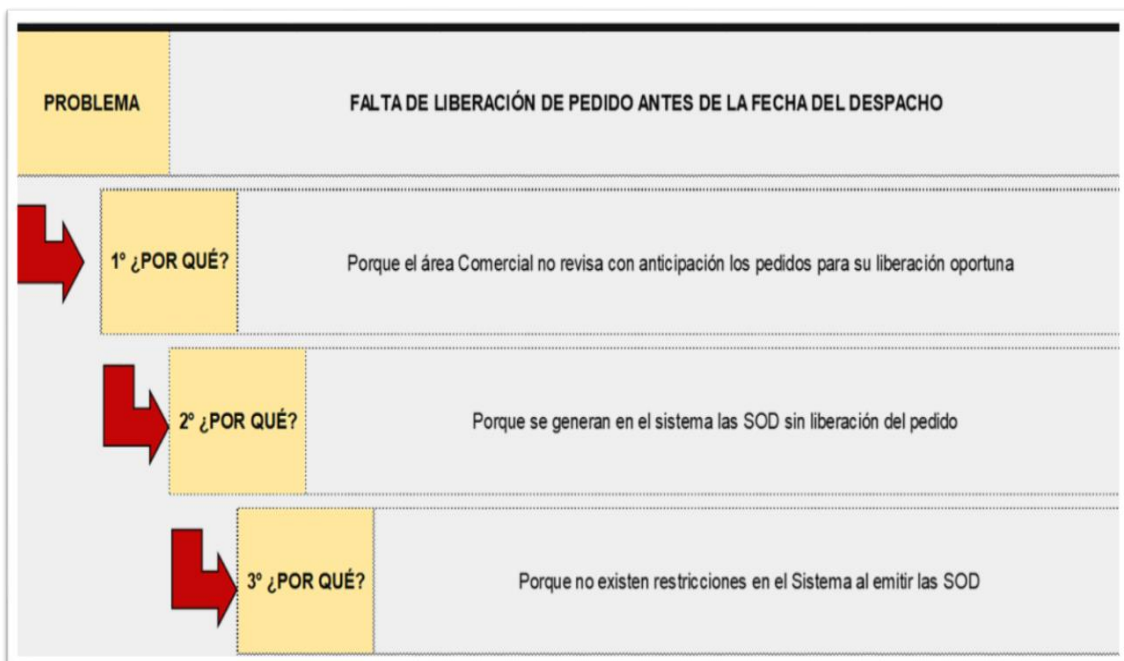


Figura 32 *Análisis de los 5 Por qué's de la tercera causa*

Fuente: Elaboración por los autores

d) Fase Mejorar

Luego de analizar el problema del proceso se buscó generar soluciones e implementarlas con el objetivo de mejorar el proceso de despacho. En primer lugar, el equipo del proyecto generó una lluvia de ideas y con ello se propuso una solución para cada causa raíz. Lo siguiente fue tomar acciones en coordinación con el equipo dentro de la empresa para lograr la implementación de dichas soluciones. Finalmente, en esta fase de la metodología se hizo un seguimiento de los resultados de las soluciones implementadas y se logró identificar mejoras en el proceso.

a) Entregable 18: Generar Lluvia de ideas

Luego de que se identificaron las causas raíz, se coordinó una reunión en búsqueda de posibles soluciones (ver figura 33). Los miembros del equipo del proyecto propusieron ideas de solución, y entre todos se asignó un puntaje a cada idea considerando temas como la factibilidad de su implementación, costos, tiempos, etc. Las ideas con mayor puntaje fueron las escogidas para desarrollarse en el proyecto.

EMPRESA DE EXPLOSIVOS		LLUVIA DE IDEAS		FR-MGO-10	
DPTO	LOGISTICA	PLANTA	DESPACHOS	SEDE	CHANCAY
FECHA 17/07/23					
PROBLEMA					
1. DEFINICIÓN INICIAL DEL PROBLEMA					
En el proceso de despacho de Productos Terminados en la Sede de Chancay, se tiene tiempos prolongados de estadía de 6.41 Horas en promedio de las unidades de transportes (Ingreso- Salida), lo cual podría generar pérdida de la capacidad de atención, demora en las entregas y malestar con el personal (operativa y conductor). Se identificó que el problema es la baja productividad en el proceso de despacho de productos terminados.					
2. EQUIPO DE TRABAJO					
Integrante	Área	Integrante	Área		
Erika Susana Choquehuanca Torrel	Externo	Johan Romero Santa Cruz	Logística		
Briand Jahir Damian Ruiz	Externo	Karina Laqui Arosquipa	Logística		
Junior Ricardo Quintana Asencios	Mejora Continua	José Huapaya García	Flota		
3. DESCRIBIR DEL PROBLEMA			4. PROPUESTAS DE IDEAS		Puntuación (1-5)
CUAL: Baja productividad del proceso de despacho de productos terminados en la empresa Famesa Explosivos S.A.C. DONDE: Área de Despacho en sede Chancay CUANDO: 17/07/23 CUANTOS: equipo proyecto 6 personas			Implementación de un formulario para programación de despachos de unidades de transporte.	5	Sin costo, coordinación
			Incluir 24 horas adicionales a la confirmación de disponibilidad	4	Sin costo, coordinación
			Restringir la generación de SOD (programación de despacho) sin aprobación del pedido previo	4	Mayor control
			Atender a todas las unidades que ya se encuentre en el despacho sin necesidad de aprobación previa	3	Bajo control
			Solicitar mayor días de inventarios del stock de productos terminados en el almacén	2	Mayor costo de almacenaje
			Implementar una zona de balanza para que se haga el pesado de dos unidades al mismo tiempo reduciendo congestión.	1	Alto costo
Obs					

Figura 33 *Lluvia de ideas*

Fuente: Elaboración por los autores

b) Entregable 19: Identificar soluciones al problema

Mediante la generación de la lluvia de ideas se pudo identificar las mejores soluciones para las causas raíz que producen una baja productividad, las que se representan en la Tabla 16.

Primero, ante el problema de falta de liberación de pedidos, se propuso activar restricciones en el sistema ERP interno llamado SIGA (Sistema de Gestión Administrativa) para que de esta manera se tengan los pedidos liberados antes de la fecha de despacho.

Segundo, ante el problema de falta de disponibilidad de producto terminado se decidió adicionar 24 horas para la confirmación de la disponibilidad.

Tercero, para reducir el problema de congestión vehicular en la zona de balanza, se decidió mediante un formulario programar con anticipación el horario de atención de unidades de transporte, evitando que unidades de transporte lleguen al mismo tiempo, o mientras otras están siendo despachadas otras unidades. Esperado reducir las esperas y mejorar el proceso de despacho.

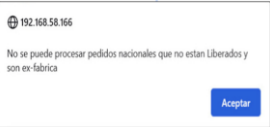


Tabla 16 Soluciones identificadas

N°	Causa raíz	solución	justificación	imágenes referenciales
1	Falta de liberación de pedidos antes de la fecha de despacho.	implementar restricciones en el sistema de SIGA para la SOD (solicitud de orden de despacho)	automatizar las restricciones en el sistema	
2	Falta de producto terminado disponible para despacho.	Implementar 24 horas adicionales para los despachos	Evitar rotura de stock.	
3	Congestión de las unidades de transporte en balanza.	implementar un formulario para la programación de despachos	para ordenar el tránsito de los transportes de Producto terminado	

Fuente: Elaboración por los autores

c) Entregable 20: Implementar soluciones para el problema
 Luego de haber identificado las soluciones para los problemas, se procedió a implementar dichas propuestas de mejora (ver Tabla 17). Para ello, se coordinó con todos los involucrados del proceso para poder estar alineados respecto a los cambios propuestos.

Tabla 17 Implementación de las soluciones

N°	Restricciones SIGA	Disminución de falta de producto	Programación de atención de unidades
Detalle	Se restringió la generación de SOD (solicitud de orden de despacho) sin aprobación del pedido previo.	Se coordinó incluir 24 horas adicionales a la confirmación de disponibilidad para cerrar proceso de calidad e internamiento de PT.	Implementación de formulario para programación de atención de unidades de Producto terminado en planta Chancay.
Evidencia			
Fecha de Implementación y capacitaciones	31 de Julio 2023	01 de Agosto 2023	02 de Agosto 2023

Fuente: Elaboración por los autores

Como se observa en la tabla 17, se diseñaron soluciones para los 3 problemas identificados, además se fijó una fecha en la cual se implantarían estas soluciones, así como las respectivas capacitaciones a todo el equipo de trabajo para que todos estén alineados con las reformas. Cada capacitación requirió un total de 8 horas, con ello hubo 24 horas de capacitación para todo el

personal. Las capacitaciones consistían en concientizar a los trabajadores en la importancia de los cambios dentro del proceso y el uso correcto de las herramientas como el formulario de programación

d) Entregable 21: Seguimiento de resultados de implementación

Es fundamental dar seguimiento a los resultados y cambios que se generaron por la implementación de la metodología, ante ello se continuó con el registro de las unidades despachas y de la toma de tiempos de manera diaria de los procesos de despachos.

En la segunda fase Medir de metodología se registraron datos de junio y julio, mientras que en el seguimiento de los resultados de esta cuarta fase se tienen los datos del mes de agosto (ver Tabla 18).

En el proyecto a manera de seguimiento de los resultados, se desarrolló un periodo de post test en los meses de setiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Tabla 18 Datos registrados en el pre test de la implementación del DMAIC, agosto 2023

Mes	Semana	Día	Cantidad Despachos Programados	Cantidad Despachos Realizados	Tiempo Total (hr)	tiempo Min (hr)	tiempo Prom (hr)	tiempo Max (hr)
Agosto	31	1-Ago	7	5	45.28	2:44	6:28	11:38
	31	2-Ago	7	7	41.10	3:36	5:52	7:30
	31	3-Ago	8	6	44.27	3:12	5:32	8:08
	31	4-Ago	11	8	65.92	4:19	5:59	8:41
	31	5-Ago	6	6	28.92	3:43	4:49	5:33
	32	7-Ago	8	6	47.17	3:24	5:53	7:46
	32	8-Ago	6	5	28.72	4:26	4:47	5:04
	32	9-Ago	11	7	77.15	3:11	7:00	11:44
	32	10-Ago	11	9	77.67	3:51	7:03	8:24
	32	11-Ago	9	8	45.48	3:28	5:03	8:11
	32	12-Ago	11	10	59.85	4:39	5:26	8:00
	33	14-Ago	13	10	75.13	3:44	5:46	7:51
	33	15-Ago	8	6	52.65	5:19	6:34	10:18
	33	16-Ago	13	11	88.45	4:40	6:48	9:53
	33	17-Ago	12	9	78.10	3:52	6:30	12:57
	33	18-Ago	11	9	62.02	4:48	5:38	6:46
	33	19-Ago	12	12	68.45	2:03	5:42	8:37
	34	21-Ago	8	4	48.60	4:44	6:04	9:20
	34	22-Ago	12	6	94.87	6:22	7:54	9:43
	34	23-Ago	9	2	81.35	6:35	9:02	10:58
	34	24-Ago	13	7	95.13	4:42	7:19	10:59
	34	25-Ago	7	6	33.92	2:36	4:50	7:48
	34	26-Ago	9	9	51.08	3:19	5:40	8:06
	35	28-Ago	10	8	74.78	2:45	7:28	10:09
	35	29-Ago	14	9	101.75	5:30	7:16	9:20
	35	31-Ago	13	9	83.17	4:49	6:23	8:22

Fuente: Elaboración por los autores

e) Entregable 22: Identificar mejoras en el área

Como se observa en la Tabla 19 se identificaron mejoras en la productividad luego del proceso de implementación de la metodología DMAIC, dicha tabla permite comparar las 13 semanas de pre test con las 13 semanas de post test.

Hemos visto conveniente tomar dos semanas de estabilización de la data, luego de la implementación, siendo estas las dos primeras semanas de setiembre. Posterior a ello, como se mencionó se desarrolló un periodo de post test. Para ver a detalle los datos ir al anexo 4.

Tabla 19 Variación de la productividad en el periodo junio a diciembre 2023

BASE DATOS FICHA DE OBSERVACIÓN											
Variable:		Productividad				Fórmula:		Productividad = Eficiencia x Eficacia			
Periodo:	Junio-Agosto 2023			Área:	Almacén		Proceso:		Despacho de Producto Terminado		
Tipo de Estudio	Mes de Estudio	Nro Semana de trabajo	Semana calendario	Cant.Despachos Programados (P)	Cant.Despachos Realizados (R)	Tiempo Total (T) (horas)	Tiempo Objetivo Total (O) (hr)	Eficiencia (O/T)	Eficacia (R/P)	Productividad	Comentarios
Pre Test	Junio	1	23	54	46	340	252	74.23%	85.19%	63.23%	
		2	24	68	45	474	317	66.98%	66.18%	44.32%	
		3	25	69	58	417	322	77.17%	84.06%	64.87%	
		4	26	65	46	401	303	75.72%	70.77%	53.59%	
	Julio	5	27	55	45	342	257	75.12%	81.82%	61.46%	
		6	28	74	51	508	345	68.01%	68.92%	46.88%	
		7	29	48	39	295	224	75.97%	81.25%	61.73%	
	Agosto	8	30	27	24	170	126	74.28%	88.89%	66.02%	
		9	31	39	32	225	182	80.72%	82.05%	66.23%	
		10	32	56	45	336	261	77.77%	80.36%	62.49%	
		11	33	69	57	425	322	75.80%	82.61%	62.62%	
		12	34	58	34	405	271	66.84%	58.62%	39.18%	
		13	35	65	50	452	303	67.14%	76.92%	51.64%	
Normalización	Setiembre	14	36	71	64	428	331	77.47%	90.14%	69.83%	Ventana de vigilancia de implementación
		15	37	75	59	394	350	88.77%	78.67%	69.83%	
Post Test	Setiembre	16	38	60	58	280	279	99.76%	96.67%	96.44%	
		17	39	60	57	284	280	98.43%	95.00%	93.51%	
		18	40	89	87	446	435	97.69%	97.75%	95.49%	
	Octubre	19	41	66	64	326	308	94.58%	96.97%	91.71%	
		20	42	53	50	243	236	97.44%	94.34%	91.93%	
		21	43	73	69	344	341	99.06%	94.52%	93.64%	
	Noviembre	22	44	64	60	315	302	95.85%	93.75%	89.86%	
		23	45	65	60	321	313	97.66%	92.31%	90.15%	
		24	46	71	70	348	338	97.34%	98.59%	95.97%	
		25	47	58	54	278	271	97.23%	93.10%	90.53%	
26		48	58	57	281	271	96.35%	98.28%	94.69%		
Diciembre	27	49	46	46	224	218	97.33%	100.00%	97.33%		
	28	50	64	62	303	299	98.53%	96.88%	95.45%		

Fuente: Elaboración por los autores

e) Fase Controlar

En esta última fase de la metodología DMAIC, es fundamental ya que nos permite desarrollar acciones que permitan sostener la implementación durante el tiempo, y además poder buscar opciones de mejora continua. Ante ello es prioridad desarrollar un plan de control para sostener el proyecto, así como identificar las lecciones aprendidas durante el proyecto. Con ello se podrá estandarizar el proceso, lo que permitirá replicar el proyecto en otras áreas o sedes de la empresa.

a) Entregable 23: Plan de control para sostener el proyecto

En el plan de control, hemos identificado acciones dentro del proceso que se requieren vigilar, los cuales son: el registro diario de la programación de despachos, seguimiento de las

demoras del despacho, la liberación de los pedidos y la disponibilidad de los productos terminados. Se asignó un responsable dentro del área para el control y la frecuencia con la que se dará el seguimiento, así mismo sindicamos el documento donde se desarrollará el control de las actividades mencionadas, como se presenta en la Tabla 20.

Tabla 20 Plan de control

Actividades a Controlar	Cargo del Responsable	Frecuencia	Documento
Registro de programación diaria de transportistas.	Coordinador transportes o Administración de ventas	Diaria	Programación de llegada de transportes despachos PT
Seguimiento de despachos (causas de demoras)	Asistente de Producto Terminado	Semanal	Consolidado control de despachos
Liberación de pedidos antes de la SOD	Asistente de Producto Terminado	Diaria	Reporte del sistema procedimiento de Despachos PT
Producto disponible para los despachos	Coordinador de almacén	Diaria	Reporte del sistema

Fuente: Elaboración por los autores

b) Entregable 24: Identificación de lecciones aprendidas en proyecto

En búsqueda de la mejora continua, se identificaron lecciones aprendidas durante la implementación de la metodología DMAIC, esto ayudará en futuras de mejoras dentro de la empresa, ya que se requiere una mejora continua. Estas lecciones se mencionan en la figura 34.

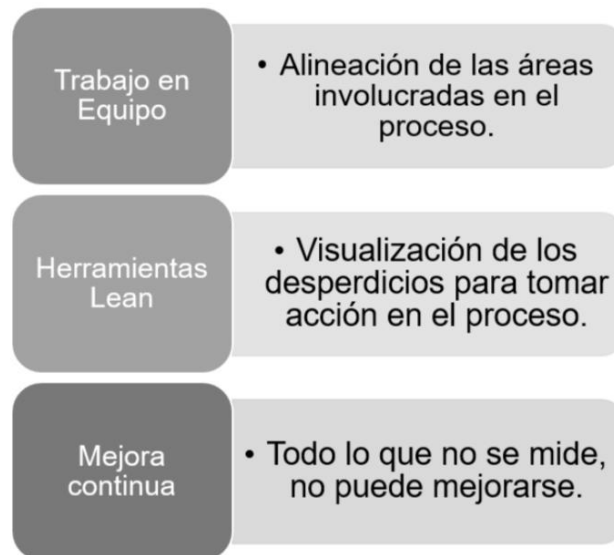


Figura 34 Lecciones aprendidas

Fuente: Elaboración por los autores

4.6.2 Análisis costo beneficio

Tabla 21 Costo de inversión de la implementación de la metodología DMAIC

Clasificación	Recurso	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Mano de Obra	H-H Trabajador 1	Horas Trabajadas	280	S/5.88	S/1,646
	H-H Trabajador 2	Horas Trabajadas	280	S/8.08	S/2,263
	H-H Trabajador 3	Horas Trabajadas	280	S/14.69	S/4,114
	H-H Trabajador 4	Horas Trabajadas	280	S/16.53	S/4,629
	Capacitación al personal	Horas Trabajadas	24	S/5.88	S/141
	Nueva ventana en el sistema ERP	Horas Trabajadas	24	S/11.02	S/264
Herramientas y Materiales	Cronómetros	Unidad	2	S/39.90	S/80
	Laptop	Unidad	4	S/1,020.83	S/4,083
	Registros impresos	Unidad	12	S/0.50	S/6
	Bolígrafo Faber azul	Unidad	4	S/3.00	S/12
	Tablero acrílico	Unidad	4	S/5.50	S/22
Traslado	Pasajes de traslado a sede Chancay	Unidad	168	S/15.00	S/2,520
					-S/19,780

Fuente: Elaboración por los autores

Tabla 22 Análisis de los ahorros en horas extras del personal

Año	Mes	N° personas	Hora Extra por Persona	Total de Horas Extras	Valor de Hora Extra	Costo Total Horas Extras del Personal
2022	Enero	49	12	588	S/7.29	S/4,288
	Febrero	70	12	833	S/7.29	S/6,074
	Marzo	48	17	810	S/7.29	S/5,906
	Abril	52	11	556	S/7.29	S/4,054
	Mayo	56	18	996	S/7.29	S/7,263
	Junio	44	12	530	S/7.29	S/3,865
	Julio	33	6	192	S/7.29	S/1,400
	Agosto	48	16	773	S/7.29	S/5,636
	Setiembre	40	18	704	S/7.29	S/5,133
	Octubre	57	12	706	S/7.29	S/5,148
	Noviembre	76	31	2389	S/7.29	S/17,420
	Diciembre	78	18	1411	S/7.29	S/10,289
						S/76,475

Fuente: Elaboración por los autores

Tabla 23 Análisis de los ahorros por pagos de sobreestadía de camiones

Año	Mes	N° Transporte con sobreestadía	N° Horas de sobreestadía	Valor Hora Extra de transporte	Costo Total Sobrestadía
2022	Enero	0	0	S/210.10	S/0
	Febrero	2	7	S/210.10	S/1,471
	Marzo	2	8	S/210.10	S/1,681
	Abril	0	0	S/210.10	S/0
	Mayo	4	12	S/210.10	S/2,521
	Junio	0	0	S/210.10	S/0
	Julio	0	0	S/210.10	S/0
	Agosto	1	8	S/210.10	S/1,681
	Setiembre	1	9	S/210.10	S/1,891
	Octubre	1	6	S/210.10	S/1,261
	Noviembre	7	18	S/210.10	S/3,782
	Diciembre	5	13	S/210.10	S/2,731
					S/17,018

Fuente: Elaboración por los autores

Tabla 24 Análisis de ahorro de pago de penalidades por entrega tardía

Año	Mes	N° Clientes Incumplidos	Valor Penalidad Entrega Tardía	Costo Total Penalidad (S/)
2022	Enero	0	S/3,629.00	S/0
	Febrero	1	S/3,629.00	S/3,629
	Marzo	0	S/3,629.00	S/0
	Abril	0	S/3,629.00	S/0
	Mayo	0	S/3,629.00	S/0
	Junio	0	S/3,629.00	S/0
	Julio	0	S/3,629.00	S/0
	Agosto	0	S/3,629.00	S/0
	Setiembre	0	S/3,629.00	S/0
	Octubre	0	S/3,629.00	S/0
	Noviembre	2	S/3,629.00	S/7,258
	Diciembre	1	S/3,629.00	S/3,629
				S/14,516

Fuente: Elaboración por los autores

Tabla 25 Análisis del ahorro total con la implementación

Ahorro total en horas extras del personal	Ahorro total de sobrestadía de camiones	Ahorro total en pago de penalidades por entrega tardía	Ahorro total (S/)
S/76,475	S/17,018	S/14,516	S/108,009

Fuente: Elaboración por los autores

La baja productividad del proceso de despacho provocaba que existan horas extras para cumplir con los pedidos diarios (ver tabla 22), sobreestadía de camiones (ver Tabla 23) y pagos de penalidades por entregas tardías (ver Tabla 24), todo esto impactaba fuertemente a la empresa. Mediante la implementación del DMAIC se redujo a 0 las horas extras, ya no se requieren sobreestadía de camiones y se evitaron pagos de penalidades, con ello se generó un ahorro de S/. 108,009 (ver Tabla 25). Estos resultados fueron expresados en el flujo de caja (ver Tabla 26).

Tabla 26 Flujo de caja económico

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo de caja inicial (I)	(19,780)	-	-	-	-	-
- Inversión en M.O., Herramientas y Materiales y Traslado	(19,780)	-	-	-	-	-
Flujos operativos después de impuestos (II)	-	68,310	75,163	75,163	75,163	75,163
Horas Extras del personal		76,475	84,123	84,123	84,123	84,123
Sobreestadía de los transportes		17,018	18,720	18,720	18,720	18,720
Penalidad por Entrega Tardía		14,516	15,968	15,968	15,968	15,968
Δ Utilidad bruta	-	108,009	118,810	118,810	118,810	118,810
- Δ Otros Gastos		(350)	(350)	(350)	(350)	(350)
Δ Utilidad operativa	-	107,659	118,460	118,460	118,460	118,460
- Participación de trabajadores %	10%	- (10,766)	(11,846)	(11,846)	(11,846)	(11,846)
- Impuesto a la renta %	30%	- (28,583)	(31,451)	(31,451)	(31,451)	(31,451)
Δ Utilidad operativa d. i.	-	68,310	75,163	75,163	75,163	75,163
Flujo de caja (I) + (II)	(19,780)	68,310	75,163	75,163	75,163	75,163
Payback						
Flujos a valor presente	(19,780)	60,991	59,919	53,499	47,767	42,649
Flujos a valor presente acumulado	(19,780)	41,211	101,130	154,630	202,397	245,046
Payback años		0.32	-	-	-	-

Fuente: Elaboración por los autores

Tabla 27 Resultados del análisis del costo beneficio con la implementación

Resultados:	
Tasa de descuento	12.00%
VAN	S/245,046
TIR	352.80%
Payback (Años)	0.32

Fuente: Elaboración por los autores

Dónde: Tasa de descuento = Lo establece la empresa (Política)

La Tabla 27 muestra que el valor actual neto (VAN) es mayor a 0, ello nos indica que la inversión planificada produce beneficios; asimismo, la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto, nos indica que el porcentaje de ingresos del proyecto es 352.8%. Frente a estos resultados se aprueba la viabilidad del proyecto.

V RESULTADOS

5.1 Resultados descriptivos

Los resultados descriptivos conseguidos con el análisis realizado fueron a modelados a través del software SPSS 26.

5.1.1 Metodología DMAIC

Tabla 28 Resultados descriptivos de la implementación del DMAIC

		% DMAIC antes	% DMAIC después
N	Válido	13	13
	Perdidos	0	0
Media		65,7051%	100,0000%
Mediana		75,0000%	100,0000%
Moda		8,33% ^a	100,00%
Desv. Desviación		28,57302%	0,00000%
Varianza		816,417	,000
Mínimo		8,33%	100,00%
Máximo		100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración por los autores

La Tabla 28 realiza una contrastación de la implementación del DMAIC en el pre test alcanzando una medida de 65.71% y del post test de un 100%, un resultado muy favorable para la variable independiente.

5.1.2 Definir

Tabla 29 Resultados descriptivos de la implementación de la etapa Definir

		Definir antes	Definir después
N	Válido	13	13
	Perdidos	0	0
Media		94,2308%	100,0000%
Mediana		100,0000%	100,0000%
Moda		100,00%	100,00%
Desv. Desviación		20,80126%	0,00000%
Varianza		432,692	,000
Mínimo		25,00%	100,00%
Máximo		100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración por los autores

La Tabla 29 realiza una contrastación de la implementación de la etapa Definir en el pre test alcanzando una medida de 94.23% y del post test de un 100%, un resultado muy favorable para la dimensión de la variable independiente.

5.1.3 Medir

Tabla 30 Resultados descriptivos de la implementación de la etapa Medir

		Medir antes	Medir después
N	Válido	13	13
	Perdidos	0	0
Media		75,0000%	100,0000%
Mediana		100,0000%	100,0000%
Moda		100,00%	100,00%
Desv. Desviación		40,82483%	0,00000%
Varianza		1666,667	,000
Mínimo		0,00%	100,00%
Máximo		100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración por los autores

La Tabla 30 realiza una contrastación de la implementación de la etapa Medir en el pre test alcanzando una medida de 75.00% y del post test de un 100%, un resultado muy favorable para la dimensión de la variable independiente.

5.1.4 Analizar

Tabla 31 Resultados descriptivos de la implementación de la etapa Analizar

		Analizar antes	Analizar después
N	Válido	13	13
	Perdidos	0	0
Media		61,5385%	100,0000%
Mediana		100,0000%	100,0000%
Moda		100,00%	100,00%
Desv. Desviación		50,63697%	0,00000%
Varianza		2564,103	,000
Mínimo		0,00%	100,00%
Máximo		100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración por los autores

La Tabla 31 realiza una contrastación de la implementación de la etapa Analizar en el pre test alcanzando una medida de 61.54% y del post test de un 100%, un resultado muy favorable para la dimensión de la variable independiente.

5.1.5 Mejorar

Tabla 32 Resultados descriptivos de la implementación de la etapa Mejorar

		Mejorar antes	Mejorar después
N	Válido	13	13
	Perdidos	0	0
Media		38,4615%	100,0000%
Mediana		20,0000%	100,0000%
Moda		0,00%	100,00%
Desv. Desviación		43,55957%	0,00000%
Varianza		1897,436	,000
Mínimo		0,00%	100,00%
Máximo		100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración por los autores

La Tabla 32 realiza una contrastación de la implementación de la etapa Mejorar en el pre test alcanzando una medida de 38.46% y del post test de un 100%, un resultado muy propicio para la dimensión de la variable independiente.

5.1.6 Controlar

Tabla 33 Resultados descriptivos de la implementación de la etapa Controlar

		Controlar antes	Controlar después
N	Válido	13	13
	Perdidos	0	0
Media		11,5385%	100,0000%
Mediana		0,0000%	100,0000%
Moda		0,00%	100,00%
Desv. Desviación		29,95723%	0,00000%
Varianza		897,436	,000
Mínimo		0,00%	100,00%
Máximo		100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración por los autores

La Tabla 33 realiza una contrastación de la implementación de la etapa Controlar en el pre test alcanzando una medida de 11.54% y del post test de un 100%, un resultado muy favorable para la dimensión de la variable independiente.

5.1.7 Productividad

Tabla 34 Resultados descriptivos de la productividad

		Productividad antes	Productividad después
N	Válido	13	13
	Perdidos	0	0
Media		57,2511%	93,5915%
Mediana		61,7263%	93,6364%
Moda		39,18% ^a	89,86% ^a
Desv. Desviación		9,08992%	2,54055%
Varianza		82,627	6,454
Mínimo		39,18%	89,86%
Máximo		66,23%	97,33%

Fuente: Elaboración por los autores

La Tabla 34 realiza una contrastación de la productividad en el pre test alcanzando una medida de 57.25% y del post test de un 93.59%, evidenciando un incremento del 36.34% para la variable dependiente.

5.1.8 Eficiencia

Tabla 35 Resultados descriptivos de la eficiencia

		Eficiencia Antes (O/T)	Eficiencia después (O/T)
N	Válido	13	13
	Perdidos	0	0
Media		73,5188%	97,4817%
Mediana		75,1183%	97,4437%
Moda		66,84% ^a	94,58% ^a
Desv. Desviación		4,66676%	1,36175%
Varianza		21,779	1,854
Mínimo		66,84%	94,58%
Máximo		80,72%	99,76%

Fuente: Elaboración por los autores

La Tabla 35 realiza una contrastación de la eficiencia en el pre test alcanzando una medida de 73.52% y del post test de un 97.48%, evidenciando un incremento del 23.96% para la dimensión de la variable dependiente.

5.1.9 Eficacia

Tabla 36 Resultados descriptivos de la eficacia

		Eficacia Antes (R/P)	Eficacia después (R/P)
N	Válido	13	13
	Perdidos	0	0
Media		77,5097%	96,0118%
Mediana		81,2500%	96,6667%
Moda		58,62% ^a	92,31% ^a
Desv. Desviación		8,77203%	2,34783%
Varianza		76,948	5,512
Mínimo		58,62%	92,31%
Máximo		88,89%	100,00%

Fuente: Elaboración por los autores

La Tabla 36 realiza una contrastación de la eficacia en el pre test alcanzando una medida de 77.51% y del post test de un 96.01%, evidenciando un incremento del 18.50% para la dimensión de la variable dependiente.

5.2 Resultados inferenciales

5.2.1 Prueba de Normalidad - Productividad

Tabla 37 Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) de la productividad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad antes	,853	13	,031
Productividad después	,933	13	,375

Fuente: Elaboración por los autores

La Tabla 37 exterioriza la información resultante al emplear la prueba de normalidad de los datos recopilados, 13 antes de la implementación y 13 posterior a la implementación del DMAIC. Debido a ello, se utilizó el resultado de Shapiro – Wilk. Consiguiendo, para la productividad en la pre - prueba, una significancia $p = 0.031$, no superando el valor de 0.05, evidenciando que los datos evaluados son **no paramétricos**. Continuando, en la post - prueba, la productividad consiguió una significancia $p = 0.375$, superando el valor de 0.05, evidenciando que los datos evaluados son **paramétricos**. Con ello, se determina que el estadígrafo a emplear para comprobar la hipótesis general es el **T-Student**.

5.2.2 Prueba de Normalidad - Eficiencia

Tabla 38 Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) de la eficiencia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
Eficiencia Antes (O/T)	,867	13	,048
Eficiencia después(O/T)	,964	13	,818

Fuente: Elaboración por los autores

La Tabla 38 exterioriza la información resultante al emplear la prueba de normalidad de los datos recopilados, 13 antes de la implementación y 13 posterior a la implementación del DMAIC. Debido a ello, se utilizó el resultado de Shapiro – Wilk. Consiguiendo, para la eficiencia en la pre - prueba, una significancia $p = 0.048$, no superando el valor de 0.05, evidenciando que los datos evaluados son **no paramétricos**. Continuando, en la post - prueba, la eficiencia consiguió una significancia $p = 0.818$, superando el valor de 0.05, evidenciando que los datos evaluados son **paramétricos**. Con ello, se determina que el estadígrafo a emplear para comprobar la hipótesis específica 1 es el **T-Student**.

5.2.3 Prueba de Normalidad - Eficacia

Tabla 39 Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) de la eficacia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia Antes (R/P)	,902	13	,141
Eficacia después (R/P)	,965	13	,835

Fuente: Elaboración por los autores

La Tabla 39 exterioriza la información resultante al emplear la prueba de normalidad de los datos recopilados, 13 antes de la implementación y 13 posterior a la implementación del DMAIC. Debido a ello, se utilizó el resultado de Shapiro – Wilk. Consiguiendo, para la eficacia en la pre - prueba, una significancia $p = 0.141$, superando el valor de 0.05, evidenciando que los datos evaluados son **paramétricos**. Continuando, en la post - prueba, la eficacia consiguió una significancia $p = 0.835$, superando el valor de 0.05, evidenciando que los datos evaluados son **paramétricos**. Con ello, se determina que el estadígrafo a emplear para comprobar la hipótesis específica 2 es el **T-Student**.

VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

En esta tesis, los datos son paramétricos, por lo que se usó reglas de TStudent.

Regla de medias:

Si $\mu_{antes} \leq \mu_{después}$, se ACEPTA H_0 ; caso contrario se ACEPTA H_a , donde: μ es la media.

Regla de p valor:

Si $p_{valor} (Sig.) > 0.05$, se ACEPTA H_0 ; caso contrario se ACEPTA H_a .

6.1.1 Contrastación para la hipótesis general

Hipótesis nula (H_0): La aplicación de la metodología DMAIC no mejora la productividad del proceso despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.

Hipótesis alterna (H_a): La aplicación de la metodología DMAIC mejora la productividad del proceso despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.

Tabla 40 TStudent para las medias- Productividad

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Productividad antes	57,2511%	13	9,08992%	2,52109%
	Productividad después	93,5915%	13	2,54055%	0,70462%

Fuente: Elaboración por los autores

Tabla 41 TStudent para la Sig. – Productividad

		Diferencias emparejadas					T	GI	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad antes - Productividad después	-36,34044%	10,13409%	2,81069%	-42,46441%	-30,21647%	-12,929	12	,000

Fuente: Elaboración por los autores

De la Tabla 40 y Tabla 41, se desprende en la productividad, que la media antes < media después y el Sig. < 0.05, lo que avala la determinación de rechazar la H_0 y concluye en aceptar la H_a : “La aplicación de la metodología DMAIC mejora la productividad del proceso despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023”.

6.1.2 Hipótesis específica 1

Hipótesis nula (H_0): La aplicación de la metodología DMAIC no mejora la eficiencia del proceso despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.

Hipótesis alterna (H_a): La aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia del proceso despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.

Tabla 44 TStudent para medias – Eficiencia

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Eficiencia antes	73,5188%	13	4,66676%	1,29433%
	Eficiencia después	97,4817%	13	1,36175%	0,37768%

Fuente: Elaboración por los autores

Tabla 45 TStudent para Sig. – Eficiencia

		Diferencias emparejadas					T	Gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficiencia antes - Eficiencia después	-23,96287%	5,40052%	1,49783%	-27,22637%	-20,69937%	-15,998	12	,000

Fuente: Elaboración por los autores

La media antes < media después y el Sig. < 0.05 tal (ver Tabla 44 y Tabla 45). Dado así, se determina rechazar la Ho y aceptar la Ha: “La aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia del proceso despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023”.

6.1.3 Hipótesis específica 2

Hipótesis nula (Ho): La aplicación de la metodología DMAIC no mejora la eficacia del proceso despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.

Hipótesis alterna (Ha): La aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficacia del proceso despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.

Tabla 48 TStudent para medias – Eficacia

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Eficacia Antes	77,5097%	13	8,77203%	2,43292%
	Eficacia después	96,0118%	13	2,34783%	0,65117%

Fuente: Elaboración por los autores

Tabla 49 TStudent para medias – Eficacia

		Diferencias emparejadas					T	GI	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficacia Antes – Eficacia después	-18,50209%	9,82506%	2,72498%	-24,43931%	-12,56486%	-6,790	12	,000

Fuente: Elaboración por los autores

De la Tabla 48 y Tabla 49, se distingue para la eficacia que la media antes < media después y el Sig. < 0.05 tal. Lo que confiere rechazar la Ho y aceptar la Ha: “La aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficacia del proceso despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023”.

6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares

1. En esta presente tesis, se implementó el “DMAIC” para mejorar la “productividad” del proceso de despacho, pasando de la media inicial de 57.25% a 93.59%, lo que expone marcadamente la mejora en 36.34%. En ese sentido, fue superior que la investigación aplicada con diseño cuasi experimental de Guidotti (2021), que acreditó que el DMAIC aumentó la productividad de una empresa textil en 26.78%, fluctuando de 58.68% a 85.46%; esto atribuible, que realizamos un análisis más detallado por medio de la implementación de los entregables como el VSM y los 5 Por qué’s, lo que permitió respectivamente; identificar claramente los desperdicios en el proceso y las principales causas raíces que originaban la baja productividad y así poder tomar las mejores acciones, a diferencia del estudio comparado que no los llegó a implementar. Así mismo, nuestra concepción es concomitante a la de Álvarez (2021), que obtuvo un alza de la productividad en 35.50%

con la implantación de DMAIC para la mejora de procesos del sistema de almacenamiento de una ferretería. Esto se fundamenta, que adoptamos los diagramas de Ishikawa y Pareto, que posibilitaron analizar los motivos esenciales para modelar las soluciones. En otra tesis, Moretta y Quezada (2019), concluyeron que la implementación de las soluciones aumentó en 24% la productividad de la línea empacadora de mangos de una empresa productora y exportadora de frutas exóticas, produciendo de 5,948 a 7371 cajas por hora al final del proceso. Coincidimos en ambos estudios, que el mapeo del proceso y tiempos, el análisis meticuloso de causas y la lluvia de ideas, generaron resultados favorables.

2. En nuestra pesquisa, la eficiencia se elevó en 23.96%, variando de 73.52% a 97.48%. En contraste, las implementaciones de DMAIC de otros investigadores, como Criado y Puelles (2021) para el aumento de la productividad en los almacenes de una agrícola agroexportadora en Ica, reflejaron una elevación de la dimensión en referencia en 24.72 %, oscilando del 59.78 % a 84.50 %. Para Bernal (2019), la productividad en la distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA - 2018, mostró un repunte en la eficiencia en 1.93%, de 95.72% a 97.65%. Fueron propicios lo resultante para los dos estudios; puesto que las soluciones entregadas en la lluvia de ideas y reuniones con concedores de los procesos lo hicieron factible.

3. De la investigación que efectuamos, la eficacia se acrecentó en 18,50%, de 77.51% a 96.01%. Entretanto, las investigaciones que implementaron el DMAIC de Alvines (2021), para mejorar la productividad de la línea de yogurt bebible en el sector lácteo, potenció esta dimensión en 14.50%, de 64.83% a 79.33% y la de Guidotti (2021), subió la eficacia en 15%, de 76.74% a un 91.74%. En común con nuestra tesis, los resultados fueron óptimos; dado que, se acogió los entregables VSM y DAP que delimitaron propiciamente las mudas a solucionar.

6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

DECLARACION JURADA DE RESPONSABILIDAD ÉTICA DE LA INVESTIGACION

Callao 14 de abril del 2024

Los que suscribimos la presente, en nuestra condición de Bachilleres en Ing. Industrial de la FIIS-UNAC:

- **Choquehuanca Torrel, Erika Susana**, identificada con DNI 77164299, domiciliada en Calle el Sol Mz. A lote 12 Asoc. Ricardo Palma, Ate.
- **Damian Ruiz, Briand Jahir**, identificado con DNI 77275463, domiciliado en Calle los Jazmines Kawachi Mz. E Lt. 7, San Juan de Lurigancho.
- **Quintana Asencios, Junior Ricardo**, identificado con DNI 47808088, domiciliado en Panamericana norte km 91.5, Chancayllo.

Autores de la tesis de pre grado, que lleva por título: "Aplicación de la metodología DMAIC para mejorar la productividad del proceso de despacho de productos terminados en una empresa privada de explosivos, Chancay 2023", declaramos bajo juramento, lo siguiente:

- ❖ Que el presente trabajo de tesis ha sido elaborado por nuestra autoría, es un tema original y no presenta plagio y/o copia de ninguna naturaleza de otro documento de investigación presentado por persona natural o jurídica alguna, ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.
- ❖ Que las citas de otros autores fueron cuidadosamente identificadas en el presente trabajo de investigación, por lo que no asumiremos como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea que corresponda a fuentes identificadas en medios digitales, escritas o internet.
- ❖ Que somos plenamente conscientes de todo el contenido de la tesis y asumimos la responsabilidad ante cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas, conforme al Código de Ética Investigación de la Universidad Nacional del Callao N°260-2019-CU.
- ❖ En caso de incumplimiento de esta declaración, nos sometemos a lo dispuesto en el Código de Ética Investigación de la Universidad Nacional del Callao N°260-2019-CU y demás disposiciones legales vigentes.

Firma
Erika Susana
Choquehuanca Torrel
DNI: 77164299

Firma
Briand Jahir
Damian Ruiz
DNI: 77275463

Firma
Junior Ricardo Quintana
Asencios
DNI: 47808088

VII CONCLUSIONES

1. El implementar el DMAIC permitió mejorar la productividad en un 36.34%, siendo al inicio un valor de 57.25% e incrementándose a un valor final de 93.59%, a nivel descriptivo. Asimismo, utilizando el estadígrafo del T-Student, se pudo obtener una significancia de 0.000 siendo menor a 0.05, corroborando los resultados conseguidos y resaltando que estas cifras son solo el comienzo de la mejora continua que se ha realizado.
2. El implementar el DMAIC permitió mejorar la eficiencia en un 23.96%, siendo al inicio un valor de 73.52% e incrementándose a un valor final de 97.48%, a nivel descriptivo. Asimismo, utilizando el estadígrafo del T-Student, se pudo obtener una significancia de 0.000 siendo menor a 0.05, corroborando los resultados conseguidos y optimizando el tiempo del proceso de despacho de producto terminado.
3. El implementar el DMAIC permitió mejorar la eficacia en un 18.50%, siendo al inicio un valor de 77.51% e incrementándose a un valor final de 96.01%, a nivel descriptivo. Asimismo, utilizando el estadígrafo del T-Student, se pudo obtener una significancia de 0.000 siendo menor a 0.05, corroborando los resultados conseguidos. Con esta mejora, aumentó la cantidad de despachos realizados en la jornada laboral normal.

VIII RECOMENDACIONES

1. Es importante monitorear el cumplimiento del plan de control implementado, donde se detalla las actividades, responsables y frecuencia de medición para mantener la productividad alcanzada. Asimismo, y con el objetivo de aumentar la productividad, una sugerencia puede ser implementar (como siguiente paso), la etiqueta padre de los pallets de producto terminado, de esa manera, se optimizará el tiempo de estiba de la carga a los transportes.
2. El generar una considerable base de información de los transportistas permitirá almacenar y resguardar: el Nro. de DNI, Nro. de licencia de conducir, Nombre de la empresa de transporte, RUC y Nro. de placa del transporte; con el objetivo de digitalizar la información y acortar el tiempo de generación de la guía de traslado y como consecuencia, aumentar la eficiencia del proceso de despachos de productos terminados. Para ello también es necesario brindar la capacitación y actualizar el procedimiento respectivo para el personal del área.
3. Implementar en el ERP de la empresa el programa de llegada de transporte, con el objetivo de tener un formato más amigable y con restricciones automatizadas de capacidad para que los transportistas puedan elegir un horario de llegada disponible. De tal forma, se tendría una planificación más exacta que permita destinar los recursos (personal y herramientas) en los horarios elegidos, generando que se pueda despachar todos los transportes durante la jornada laboral normal y como consecuencia, aumentar la eficacia.

IX REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ADEODU, Adefemi; KANAKANA-KATUMBA, Mukondeleli; MALADZHI, Rendani. Implementation of Lean Six Sigma (LSS) Methodology, through DMAIC Approach to Resolve Down Time Process; a Case of a Paper Manufacturing Company. Harare: Proceedings of the 2nd African International Conference on Industrial Engineering and Operations Management: 37-47, September 2020. ISSN: 2169-8767.

ALLUB, Lían; JUNCOSA, Federico. 2019. Banco de Desarrollo de América Latina: donde está la baja productividad en América Latina. [En línea] Banco de Desarrollo de América Latina, 20 de agosto del 2019. [Citado el: 02 de marzo del 2023]. Disponible en: <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2019/08/donde-estael-problema-de-la-baja-productividad-en-america-latina/>

ÁLVAREZ, María. Mejora de procesos del sistema de almacenamiento y su efecto en la productividad de una ferretería. Tesis (Ingeniero Industrial). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2021. 90 pp.

ALVINES, Marlon. Aplicación de DMAIC para mejorar la productividad en una línea de yogurt bebible de una empresa láctea. Lima, 2021. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2021. 121 pp.

ARIAS, José; COVINOS, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación. Enfoques Consulting EIRL, 2021.

Banco Mundial. 2021. Cómo la COVID-19 (coronavirus) afecta a las empresas en todo el mundo. [En línea] Banco Mundial, 17 de febrero del 2021. [Citado el: 25 de febrero del 2024]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/infographic/2021/02/17/how-covid-19is-affecting-companies-around-the-world>.

BERNAL, Carlos. Metodología DMAIC y productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018. Tesis (Magister en Ingeniería Industrial). Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sanchez, 2019. 88 pp.

BERNAL, César. Metodología de la investigación. 3.a ed. Colombia: Pearson Educación, 2016. 20 pp. ISBN: 9789586991285.

CABRERA, Rafael. Lean six sigma TOC. simplificado. PYMES. Revisado el, 2014, vol. 1, no 27, p. 2015.

CASTAÑO, Carlos; SÁNCHEZ, Daniel. Aplicación de un modelo de mejoramiento a la productividad laboral basado en la metodología DMAIC en una empresa fabricante de alimentos. Tesis (Ingeniero Industrial). Colombia: Universidad Antonio Nariño, 2021. 108 pp.

CÉSPEDES, Nikita; LAVADO, Pablo; RAMÍREZ RONDÁN, Nelson. Productividad en el Perú: medición, determinantes e implicancias. Universidad del Pacífico, 2016.

CRIADO, Luis; PUELLES, Heber. Aplicación de la herramienta DMAIC para incrementar la productividad en los almacenes de una agrícola agroexportadora en Ica-2021. Tesis (Ingeniero Industrial). Ica: Universidad César Vallejo, 2021. 82 pp.

CRUELLES, José. Productividad e Incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan. Marcombo, 2013.

DEL CASTILLO, Estrella; SAGASTEGUI, Paola. Aplicación de la metodología DMAIC para incrementar la productividad de las conservas de pescado en la Corporación Pesquera ICEF SAC. 2022.

DIETERICH, Heinz. Nueva guía para la investigación científica. México: Grupo Editor Orfila Valentini, 2021. [fecha de consulta: 06 de marzo de 2023]. Disponible en:

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6VxQEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT9&dq=Nueva+gu%C3%ADa+para+la+investigaci%C3%B3n+cient%C3%ADfica+DIETERICH&ots=blu_Sq6yCx&sig=BCVOzk3qs8jIUYYfQ_swOjjVokM#v=onepage&q=Nueva%20gu%C3%ADa%20para%20la%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica%20DIETERICH&f=false. ISBN: 9786077521167

DOMÍNGUEZ, Michael. Aplicación de la Metodología DMAIC en el área de cultivo de la Florícola Fiesta Flowers para el mejoramiento de su productividad. Tesis (Ingeniero Industrial). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2023. 124 pp.

GONZÁLEZ, Ramón, et al. DMAIC–SIX SIGMA: DMAIC Six Sigma. Revista RELAYN-Micro y Pequeña empresa en Latinoamérica [en línea]. Septiembre, 2021, 5(3), 164-190 [fecha de consulta: 05 de marzo de 2023]. DOI: <https://doi.org/10.46990/relayn.2021.5.3.174>. Disponible en: <https://iquatroeditores.org/revista/index.php/relayn/article/view/174>

GONZÁLEZ, Ramón, et al. Método de mejora para incrementar la productividad en la industria maquiladora del vestido en base a la herramienta PHVA, DMAIC, Lean y Six sigma. Paraguay: LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 2023, 4(1), 2181-2202 [fecha de consulta: 02 de marzo de 2023]. DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.407>. Disponible en: <https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/407>

GUAMÁN, Ángel, et al. Six Sigma: pasos para la mejora continua de procesos. 2023.

GUIDOTTI, Sandy. Aplicación de la Metodología DMAIC en la Productividad de una Empresa Textil. Tesis (Ingeniero Industrial). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2021. 164 pp.

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad total y productividad. 5.^a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2020.401 pp. ISBN: 9781456279646.

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Raúl; MENDOZA, Carlos. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: Mcgraw-hill, 2018. [fecha de consulta: 02 de marzo de 2024]. Disponible en: <http://190.57.147.202:90/xmlui/handle/123456789/3185>. ISBN: 9781456260965

JUEZ, Julio. Productividad Extrema: Como ser más eficiente, producir más, y mejor. España: Julio Juez, 2020.50 pp. ISBN: 9788835835479.

MARAVÍ, Gabriela; MATUK, Diego; CHONG, Mario. 2019. Impacto de la infraestructura en las operaciones logísticas. Gestión de carga y entrega de mercancías [en línea]. Julio, 2019, 17(1), 31-46 [fecha de consulta: 05 de marzo de 2024]. DOI: <https://doi.org/10.36561/ING.17.3>. Disponible en: <https://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/382/471>

MARYADI, Deri; ICHTIARTO, Bonivasius. Lean Six Sigma DMAIC Implementation to reduce Total Lead Time Internal Supply Chain Process. Indonesia: Proceedings of the Second Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management: 2086-2096, September 2021. ISSN: 2169-8767

MORETTA, Michael; QUEZADA, Esteban. Estrategias para incrementar la productividad de una empresa exportadora de mango. Tesis (Ingeniero Industrial). Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2019.64 pp.

MÜLLER, John. 2019. El Mundo: Unidad Editorial Información General. [en línea]. El Mundo, 16 de mayo del 2019. [Citado el: 02 de marzo del 2024]. Disponible en:

<https://www.elmundo.es/economia/macroeconomia/2019/05/16/5cdc2999fdddffd7b28b459a.html>

ORTIZ, Daniel; NEIRA, Edinson. Análisis del tiempo no justificado de entregas en una empresa de servicios Logísticos: Caso de estudio Medellín - Colombia. Tesis (Licenciado en Administración). Medellín: Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria, 2019. 30 pp.

REYES, Luis. et al. Impacto del transporte internacional en el desarrollo económico de Colombia. Liderazgo Estratégico, 2018, vol. 8, no 1, p. 3-17.

ROMERO, Javier. Guía de Laboratorio. Ingeniería de métodos. Huancayo: Universidad Continental, 2017.

SALDARRIAGA, Diego Luis. Almacenes y centros de distribución. Manual para optimizar procesos y operaciones. 1a.ed. Barcelona: Marge Books, 2019.

SÁNCHEZ, Eduardo. Seis Sigma, filosofía de gestión de la calidad: estudio teórico y su posible aplicación en el Perú. Perú: Universidad de Piura, 2005 [fecha de consulta: 20 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/1213>

SOCCONINI, Luis. Lean Six Sigma Green Belt. Manual de certificación. Marge Books, 2020.

SOCCONINI, Luis; ESCOBEDO, Eduardo. Lean Six Sigma Green Belt, paso a paso. Barcelona: Marge Books, 2021 [fecha de consulta: 04 de

marzo de 2024]. Disponible en:
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=fdkZEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA14&dq=Lean+Six+Sigma+Green+Belt+socconini+2021&ots=NbX0dQS3O5&sig=pcU1o5dsfmPNTJt0ZGllymu6lbQ#v=onepage&q=Lean%20Six%20Sigma%20Green%20Belt%20socconini%202021&f=false>. ISBN:
9788418532450

TAMPUBOLON, Salomon; PURBA, Humberto. Lean six sigma implementation, a systematic literature review. *International Journal of Production Management and Engineering*, 2021, vol. 9, no 2, p. 125-139.

TOLOSA, Lander. *Técnicas de mejora continua en el transporte*. Marge books, 2017.

VIZCAÍNO, Paulina, et al. Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* [en línea]. Septiembre, 2023, 7(4), 9723-9762 [fecha de consulta: 07 de marzo de 2024]. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658. Disponible en: <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7658>

ORTIZ, Daniel; NEIRA, Edinson. Análisis del tiempo no justificado de entregas en una empresa de servicios logísticos. Tesis (Ingeniero Comercial). Medellín: Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria, 2019. p. 30.

ARIAS, José Luis; COVINOS, Mitsuo. 2021. *Diseño y metodología de la investigación*. Arequipa: Biblioteca Nacional del Perú, 2021. ISBN: 978-612-48444-2-3.

X ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
<p>Problema general: ¿De qué manera la aplicación de la metodología DMAIC mejora la productividad del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023?</p>	<p>Objetivo general: Determinar como la aplicación de la metodología DMAIC mejora la productividad del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.</p>	<p>Hipótesis general: La implementación de la metodología DMAIC mejora la productividad del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.</p>	<p>Variable independiente: Metodología DMAIC</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Diseño de investigación: Pre-experimental</p> <p>Enfoque de la investigación: Cuantitativa</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿De qué manera la aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023?</p> <p>b) ¿De qué manera la aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficacia del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Determinar como la aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.</p> <p>b) Determinar como la aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficacia del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>a) La aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.</p> <p>b) La aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficacia del proceso de despacho de productos terminados en una empresa de explosivos, Chancay 2023.</p>	<p>Variable dependiente: Productividad</p>	<p>Método: Hipotético-deductivo</p> <p>Población y Muestra Población: 1574 procesos de despacho, delimitado por 13 semanas de levantamiento de datos antes y después del estímulo (N=13).</p> <p>Muestra: 1574 procesos de despacho, delimitado por 13 semanas de levantamiento de datos antes y después del estímulo (N=13).</p> <p>Técnicas: Observación directa</p> <p>Instrumentos: Lista de cotejo y Ficha de observación.</p>

Fuente: Elaboración por los autores

Anexo 2 Instrumentos de recolección de información

Anexo 2.1. Lista de Cotejo de la Metodología DMAIC, Pre Test

LISTA DE COTEJO DE LA METODOLOGIA DMAIC - PRE TEST					
Empresa: Sector Explosivos, sede Chancay			Área: Despacho		
Fecha de evaluación:			Evaluador:		
Ítems	Fase Definir:				
1	¿Se tiene documentado el proceso del área?		Si		No
2	¿Se cuenta con el apoyo o aprobación de la gerencia/alta dirección?		Si		No
3	¿Se tiene identificado el problema dentro del proceso?		Si		No
4	¿Se ha elaborado el Gantt de actividades?		Si		No
5	¿Se ha elaborado la carta de Proyectos?		Si		No
6	¿Se ha presupuestado los costos o recursos del proyecto?		Si		No
7	¿Se ha constituido un equipo de mejora de proceso?		Si		No
8	¿Se tiene definido los roles de los integrantes del equipo de mejora?		Si		No
Ítems	Fase Medir:				
1	¿Se cuenta con el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP)?		Si		No
2	¿Se ha identificado los procesos innecesarios dentro del área?		Si		No
3	¿Se ha identificado las esperas/demoras dentro del área?		Si		No
4	¿Se ha elaborado la ficha de Recolección de datos?		Si		No
Ítems	Fase Analizar:				
1	¿Se ha realizado un Diagrama de Ishikawa?		Si		No
2	¿Se ha elaborado el Diagrama de Pareto?		Si		No
3	¿Se ha identificado la principal causa de los problemas dentro del área?		Si		No
4	¿Se tiene una Matriz de Priorización?		Si		No
5	¿Se ha aplicado la técnica de los 5 Por que's?		Si		No
Ítems	Fase Mejorar:				
1	¿Se ha producido una Lluvia de ideas para generar la solución al problema?		Si		No
2	¿Se han identificado soluciones al problema dentro del área?		Si		No
3	¿Se han implementado las soluciones para problema del proceso?		Si		No
4	¿Se tiene los resultados de la implementación del proyecto?		Si		No
5	¿Se ha logrado mejorar el proceso del área?		Si		No
Ítems	Fase Controlar:				
1	¿Se tiene un Plan de Control para la sostenibilidad del proyecto?		Si		No
2	¿Se han identificado lecciones en la implementación?		Si		No
Resultados del pre test por cada fase del DMAIC					
Ítems	Para la fase Definir:				
8	Cantidad de representatividad		Si		No
	Porcentaje de representatividad		Si		No
Ítems	Para la fase Medir:				
4	Cantidad de representatividad		Si		No
	Porcentaje de representatividad		Si		No
Ítems	Para la fase Analizar:				
5	Cantidad de representatividad		Si		No
	Porcentaje de representatividad		Si		No
Ítems	Para la fase Mejorar:				
5	Cantidad de representatividad		Si		No
	Porcentaje de representatividad		Si		No
Ítems	Para la fase Controlar:				
2	Cantidad de representatividad		Si		No
	Porcentaje de representatividad		Si		No
Resultados del pre test					
Ítems	Por todas las fases del DMAIC:				
24	Cantidad de representatividad		Si		No
	Porcentaje de representatividad		Si		No

Fuente: Elaboración por los autores

Anexo 2.2. Lista de Cotejo de la Metodología DMAIC, Post Test

LISTA DE COTEJO DE LA METODOLOGIA DMAIC - POST TEST					
Empresa: Sector Explosivos, sede Chancay			Área: Despacho		
Fecha de evaluación:			Evaluador:		
Ítems Fase Definir:					
1	¿Se tiene documentado el proceso del área?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
2	¿Se cuenta con el apoyo o aprobación de la gerencia/alta dirección?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
3	¿Se tiene identificado el problema dentro del proceso?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
4	¿Se ha elaborado el Gantt de actividades?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
5	¿Se ha elaborado la carta de Proyectos?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
6	¿Se ha presupuestado los costos o recursos del proyecto?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
7	¿Se ha constituido un equipo de mejora de proceso?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
8	¿Se tiene definido los roles de los integrantes del equipo de mejora?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
Ítems Fase Medir:					
1	¿Se cuenta con el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP)?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
2	¿Se ha identificado los procesos innecesarios dentro del área?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
3	¿Se ha identificado las esperas/demoras dentro del área?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
4	¿Se ha elaborado la ficha de Recolección de datos?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
Ítems Fase Analizar:					
1	¿Se ha realizado un Diagrama de Ishikawa?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
2	¿Se ha elaborado el Diagrama de Pareto?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
3	¿Se ha identificado la principal causa de los problemas dentro del área?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
4	¿Se tiene una Matriz de Priorización?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
5	¿Se ha aplicado la técnica de los 5 Por que's?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
Ítems Fase Mejorar:					
1	¿Se ha producido una Lluvia de ideas para generar la solución al problema?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
2	¿Se han identificado soluciones al problema dentro del área?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
3	¿Se han implementado las soluciones para problema del proceso?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
4	¿Se tiene los resultados de la implementación del proyecto?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
5	¿Se ha logrado mejorar el proceso del área?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
Ítems Fase Controlar:					
1	¿Se tiene un Plan de Control para la sostenibilidad del proyecto?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
2	¿Se han identificado lecciones en la implementación?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
Resultados del pre test por cada fase del DMAIC					
Ítems Para la fase Definir:					
8	Cantidad de representatividad	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
	Porcentaje de representatividad	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
Ítems Para la fase Medir:					
4	Cantidad de representatividad	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
	Porcentaje de representatividad	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
Ítems Para la fase Analizar:					
5	Cantidad de representatividad	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
	Porcentaje de representatividad	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
Ítems Para la fase Mejorar:					
5	Cantidad de representatividad	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
	Porcentaje de representatividad	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
Ítems Para la fase Controlar:					
2	Cantidad de representatividad	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
	Porcentaje de representatividad	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
Resultados del pre test					
Ítems Por todas las fases del DMAIC:					
24	Cantidad de representatividad	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
	Porcentaje de representatividad	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No

Fuente: Elaboración por los autores

Anexo 2.3. Ficha de observación de la productividad, Pre Test

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD - PRE TEST												
Empresa:	Sector Explosivos, sede Chancay			Variable:	Productividad			Fórmula:	Productividad = Eficiencia x Eficacia			
Periodo:	De junio a agosto 2023			Área:	Despacho			Proceso:	Despacho de productos terminados			
Tipo de Estudio	Mes de Estudio	N° de Semana de trabajo	N° de semana calendario	Cantidad de despachos programados (P)	Cantidad de despachos realizados (R)	Tiempo total (T)	Tiempo objetivo total (O)	Eficiencia (O/T)	Eficacia (R/P)	Productividad	Comentarios	
Pre Test	junio	1	23									
		2	24									
		3	25									
		4	26									
	julio	5	27									
		6	28									
		7	29									
		8	30									
	agosto	9	31									
		10	32									
		11	33									
		12	34									
		13	35									
				Resultado total:			Resultado promedio:					

Fuente: Elaboración por los autores

Anexo 2.4. Ficha de observación de la productividad, Post Test

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD - POST TEST												
Empresa:	Sector Explosivos, sede Chancay			Variable:	Productividad			Fórmula:	Productividad = Eficiencia x Eficacia			
Periodo:	De setiembre a diciembre 2023			Área:	Despacho			Proceso:	Despacho de productos terminados			
Tipo de Estudio	Mes de Estudio	N° de Semana de trabajo	N° de semana calendario	Cantidad de despachos programados (P)	Cantidad de despachos realizados (R)	Tiempo total (T)	Tiempo objetivo total (O)	Eficiencia (O/T)	Eficacia (R/P)	Productividad	Comentarios	
Post Test	setiembre	1	38									
		2	39									
	octubre	3	40									
		4	41									
		5	42									
		6	43									
	noviembre	7	44									
		8	45									
		9	46									
		10	47									
	diciembre	11	48									
		12	49									
		13	50									
				Resultado total:			Resultado promedio:					

Fuente: Elaboración por los autores

Anexo 3. Validación de instrumentos

Anexo 3.1 Certificado de validez de contenido del instrumento N° 1

N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA 1		RELEVANCIA 2		CLARIDAD 3		SUGERENCIAS
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Variable independiente: Metodología DMAIC	Dimensión 1: Definir (D)							
	Definición del problema=((cumplimiento de entregables)/(entregables planificados))*100%	X		X		X		
	Dimensión 2: Medir (M)							
	Recolección de datos=((cumplimiento de entregables)/(entregables planificados))*100%	X		X		X		
	Dimensión 3: Analizar (A)							
	Análisis de causa raíz=((cumplimiento de entregables)/(entregables planificados))*100%	X		X		X		
	Dimensión 4: Mejorar (M)							
	Implementación de soluciones=((cumplimiento de entregables)/(entregables planificados))*100%	X		X		X		
	Dimensión 5: Controlar (C)							
Sostenibilidad de implementación=((cumplimiento de entregables)/(entregables planificados))*100%	X		X		X			

N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA 1		RELEVANCIA 2		CLARIDAD 3		SUGERENCIAS
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Variable dependiente:	Dimensión 1: Eficiencia							
	Nivel de eficiencia= $((\text{tiempo objetivo total})/(\text{Tiempo total})) * 100\%$	X		X		X		
Productividad	Dimensión 2: Eficacia							
	Nivel de eficacia= $((\text{Cantidad de despachos realizados})/(\text{Cantidad de despachos programados})) * 100\%$	X		X		X		

Observaciones

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable (X)** **Aplicable después de corregir ()** **No aplicable ()**

Apellidos y nombres del juez validador: Romel Dario, Bazan Robles

DNI: 41091024

Especialidad del validador: Maestro en Ingeniería Industrial

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Fecha: 28/04/2024



Firma del Experto Informante.

Anexo 3.2 Certificado de validez de contenido del instrumento N° 1

N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA 1		RELEVANCIA 2		CLARIDAD 3		SUGERENCIAS
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Variable independiente: Metodología DMAIC	Dimensión 1: Definir (D)							
	Definición del problema=((cumplimiento de entregables)/(entregables planificados))*100%	X		X		X		
	Dimensión 2: Medir (M)							
	Recolección de datos=((cumplimiento de entregables)/(entregables planificados))*100%	X		X		X		
	Dimensión 3: Analizar (A)							
	Análisis de causa raíz=((cumplimiento de entregables)/(entregables planificados))*100%	X		X		X		
	Dimensión 4: Mejorar (M)							
	Implementación de soluciones=((cumplimiento de entregables)/(entregables planificados))*100%	X		X		X		
	Dimensión 5: Controlar (C)							
Sostenibilidad de implementación=((cumplimiento de entregables)/(entregables planificados))*100%	X		X		X			

N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA 1		RELEVANCIA 2		CLARIDAD 3		SUGERENCIAS
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Variable dependiente:	Dimensión 1: Eficiencia							
	Nivel de eficiencia= $((\text{tiempo objetivo total})/(\text{Tiempo total})) * 100\%$	X		X		X		
Productividad	Dimensión 2: Eficacia							
	Nivel de eficacia= $((\text{Cantidad de despachos realizados})/(\text{Cantidad de despachos programados})) * 100\%$	X		X		X		

Observaciones

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable (X)** **Aplicable después de corregir ()** **No aplicable ()**

Apellidos y nombres del juez validador: Juan Carlos Bastidas Sánchez **DNI:** 10155061

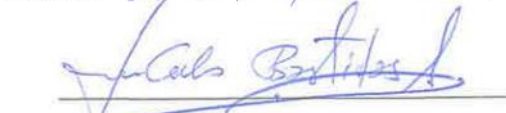
Especialidad del validador: Doctor en Ingeniería Industrial

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Fecha: 02 de Mayo del 2021


Firma del Experto Informante.

Anexo 3.3 Certificado de validez de contenido del instrumento N° 1

N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA 1		RELEVANCIA 2		CLARIDAD 3		SUGERENCIAS
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Variable independiente: Metodología DMAIC	Dimensión 1: Definir (D)							
	Definición del problema=((cumplimiento de entregables)/(entregables planificados))*100%	X		X		X		
	Dimensión 2: Medir (M)							
	Recolección de datos=((cumplimiento de entregables)/(entregables planificados))*100%	X		X		X		
	Dimensión 3: Analizar (A)							
	Análisis de causa raíz=((cumplimiento de entregables)/(entregables planificados))*100%	X		X		X		
	Dimensión 4: Mejorar (M)							
	Implementación de soluciones=((cumplimiento de entregables)/(entregables planificados))*100%	X		X		X		
	Dimensión 5: Controlar (C)							
Sostenibilidad de implementación=((cumplimiento de entregables)/(entregables planificados))*100%	X		X		X			

N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA 1		RELEVANCIA 2		CLARIDAD 3		SUGERENCIAS
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Variable dependiente:	Dimensión 1: Eficiencia							
	Nivel de eficiencia= $((\text{tiempo objetivo total})/(\text{Tiempo total})) * 100\%$	X		X		X		
Productividad	Dimensión 2: Eficacia							
	Nivel de eficacia= $((\text{Cantidad de despachos realizados})/(\text{Cantidad de despachos programados})) * 100\%$	X		X		X		

Observaciones

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable (X)** **Aplicable después de corregir ()** **No aplicable ()**

Apellidos y nombres del juez validador: Luis Alberto Sakibaru Mauricio

DNI: 25816919

Especialidad del validador: Doctor en Ingeniería Industrial

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Fecha: 02/05/2024



Firma del Experto Informante.

Anexo 4.1 Ejemplo Base Datos diarios

FICHA DEREGISTRO DE DESPACHO														INGRESOS SALIDAS TRANSPORTES		
Fecha	Hora Ingreso	Hora Salida	Tiempo de despacho (horas)	Destino	Emp. Transportes	Conductor	Lc. Conducir	Remolcador	Semi-remolcador	G. Transito	G. Remision	Producto	Precintos	Observaciones		
2-Nov	8:52	13:25	4:33	CIA. MINERA PODEROSA S.A.	EMPRESA DE TRANSPORTES TARRILLO EIRL	LOPE ARZAPALO, JUAN MIGUEL	Q-41637861	BKU-857	AWE-998	39512-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE		EMULNOR 3000 1 1/4" X 12" 6,250 KGR (250 CIA)	2239-2219-2222-2217HTR	CARGUIO CONFORME		
2-Nov	12:15	16:20	4:05	COMPANIA MINERA Y ABASTECEDORA NASCA S.C.R.L.	TRANSPORTES Y SERVICIOS J Y M S.R.L.	YUNCA CANTARO, JULIAN BRIGIDO	E-32044798	C7P-731	----	22224-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	A011-382	EMULNOR 5000 7/8" X 7" 6,250 KGR (250 CIA)	2526-2512-2525HTR	CARGUIO CONFORME		
2-Nov	8:50	13:44	4:54	FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. - LA JOYA - AREQUIPA	TRANSPORTES PECHES E.I.R.L.	MARROQUIN AGUILAR, ROYER ALEXANDER	Q62174193	BMD-768	----	19908-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	A011-379	200 CIA EMULNOR 5000 7/8" X 7" 5,000.0 KGR	0040520-0040521-0040522-0040523-0040524-0040525	CARGUIO CONFORME		
2-Nov	13:32	19:10	5:38	SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A.	TRANSPORTES ATLANTIC INTERNATIONAL BUSINESS S.A.C	ROSARIO CARO, DEMETRIO	D-40058138	AEH-789	----	10172-2023-SUCAMEC-GEPP-10378-2023-SUCAMEC-GEPP	0011-0040941	SOLUCION ACUOSA DE NITRATO (EMULSION MATRIZ) 29,000.0 KGR	2249-2230-2244-2225-2206-2209HTR	CARGUIO CONFORME		
2-Nov	8:44	13:37	4:53	SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A.	TRANSPORTES ATLANTIC INTERNATIONAL BUSINESS S.A.C	CRISOSTOMO VALDIVIESO, RAUL	Q-20891872	DBG-745	AWO-998	22994-2023-SUCAMEC-GEPP	040-0008703	SOLUCION ACUOSA DE NITRATO (EMULSION MATRIZ) 29,000.0 KGR	2315-2503-2345-2317HTR	CARGUIO CONFORME		
2-Nov	8:46	13:45	4:59	SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A.	WILARSERVIS S.A.C.	GARCIA AVILA, LUIS SANTIAGO	D-46990362	TCC-816	----	23126-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0040946	FAMECORTE S - 1 1/4" X 8 m 4,200 KGR (200 CIA)	2508-2523-2517-2520HTR	CARGUIO CONFORME		
2-Nov	8:49	14:07	5:18	INVERSIONES LW & VV E.I.R.L.	JAIVAL SERVIS E.I.R.L.	MOZO RODRIGUEZ, VICENTE	D-19085967	T4N-904	----	23130-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0040949	196 CIA EMULNOR 5000 7/8" X 7" 4,900.0 KGR	0040530-0040531-0040532-0040533-0040534-0040535	CARGUIO CONFORME		
2-Nov	13:12	18:08	4:56	COMUNIDAD CAMPESINA LA SOLEDAD	EMPRESA BEA CONSTRUCCIONES E.I.R.L.	CRUZADO CELADA CESAR	Q-06894208	AP0-787	----	----	0011-0040947	100 CIA EMULNOR 3000 1 " X 7" 2,500.0 KGR	2507-2528-2538-2513HTR	CARGUIO CONFORME		
2-Nov	9:29	15:08	5:39	COMPANIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.	EMPRESA DE TRANSPORTES DIAZ S.R.L.	ESPIÑOZA BLAS WALTER ABELINO LIBREGON	Q-42636008	BRE-740	----	23134-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0040950	50 CIA EMULNOR 3000 1 1/2" X 12" 1,250.0 KGR	2535-2506-2504-2521HTR	CARGUIO CONFORME		
2-Nov	9:33	15:15	5:42	CONTONGA MINERIA S.A.C.	WILARSERVIS S.A.C.	CASAHUAMAN, GHEN ENRIQUE	E-44708227	D2F-722	----	----	---	200 CIA EMULNOR 3000 1 1/2" X 16" 5,000.0 KGR	2541-2533-2531-2343HTR	CARGUIO CONFORME		
2-Nov	10:23	15:44	5:21	COMPANIA MINERA CHUNGAR S.A.C.	TRANSPORTES ZETRAMSA S.A.C.	ORO RIVERA, ANACLETO ALBERTO	E-32408247	X3X-898	----	23210-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0040962	50 CIA EMULNOR 1000 1 1/4" X 12" 1,250.0 KGR	2519-2550-2510HTR	CARGUIO CONFORME		
2-Nov	10:31	16:21	5:50	VOLCAN COMPANIA MINERA S.A.A.	TRANSPORTES ZETRAMSA S.A.C.	GALLUPE CHAVEZ JHON REYMUNDO	Q-46452171	AAG-947	F4E-971	23179-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0040951	70 CIA EMULNOR 1000 1 1/4" X 12" 1,750.0 KGR	0040536-0040537-0040538-0040539-0040540-0040541-0040542	CARGUIO CONFORME		
2-Nov	8:14	13:34	5:20	NEXA REOURCES ATACOCHA S.A.A.	TRANSPORTES ZETRAMSA S.A.C.	QUINCHORI VILLEGAS WILLIAM ABELARDO	Q-44909146	BMV-708	AHH-991	23187-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0000040961	SOLUCION ACUOSA DE NITRATO APU (SANG-APU) 29,000.0 KGR	0040512-0040513-0040514-0040515-0040516-0040517-0040518.	CARGUIO CONFORME		
2-Nov	7:26	12:30	5:04	CIA. MINERA COIMOLACHE S.A.	TRANSPORTES ATLANTIC INTERNATIONAL BUSINESS S.A.C	LOZANO ESTELA ROGGER LAZARO	Q-19255206	AUD-919	----	23196-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0040953	SOLUCION ACUOSA DE NITRATO APU (SANG-APU) 30,000.0 KGR	0040507-0040508-0040509-0040510-0040511-0040519	CARGUIO CONFORME		
2-Nov	6:52	11:28	4:36	CIA. MINERA COIMOLACHE S.A.	TRANSPORTES ATLANTIC INTERNATIONAL BUSINESS S.A.C	NEMIAS KENI NIETO MENDIETA	M-44735460	BBF-866	F8P-980	23188-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0040957	SOLUCION ACUOSA DE NITRATO APU (SANG-APU) 30,000.0 KGR	2501-2530-2322-2537-2511HTR	CARGUIO CONFORME		
2-Nov	5:44	11:15	5:31	F Y A CONTRATISTAS S.A.	SOLUCIONES INTEGRALES YODAY S.A.C	ALVARADO VILLANUEVA ENRIQUE	Q-40998551	BBF-859	F8P-983	23190-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0040958	206 CIA EMULNOR 5000 3 X 16" 5,150.0 KGR	2279-2202-2232-2283-2234-2227HTR	CARGUIO CONFORME		
2-Nov	5:52	10:41	4:49	FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. - LA JOYA - AREQUIPA	TRANSPORTES PECHES E.I.R.L.	QUISPE ZUÑIGA JORNE JUAN	Q20906419	BHX-749	F3R-970	23195-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0040959	9 TOT SOLUCION N-30 (900KG) 8,100.0 KGR	2297-2270-2271HTR	CARGUIO CONFORME		
3-Nov	5:57	10:21	4:24	HAR MINIG CORPORATION S.A.C.	WILAR SERVIS S.A.C	VARGAS PAREDES, PEDRO	D-40133168	TCX-814	----	23252-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0040964	EMULNOR 3000 1" X 7" 3,600 KGR (144 CIA)	2287-2257-2294HTR	CARGUIO CONFORME		
3-Nov	7:20	13:38	6:18	COMPANIA MINERA KOLPA S.A.	CHAVEZ CARGO S.R.L.	BARRETO SOLORZANO WALTER CESAR	Q-40762928	V9Q-786	----	23257-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0040965	EMULNOR 3000 1 1/4" X 12" 5,000 KGR (200 CIA)	2263-2273-2261-2263HTR	CARGUIO CONFORME		
3-Nov	8:48	11:02	2:14	CIA. MINERA RAURA S.A.	PLAMIX OPERADOR LOGISTICO S.A.C.	INOCENTE VASQUEZ ROSLIN	Q-47128982	VAB-746	----	23259-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0040967	SUPERFAM DOS (25 kg) (ANFO) 12,500 KGR (500 SCD)	0042501-0042502-0042503-0042504-0042505-0042506-0042507	CARGUIO CONFORME		
3-Nov	12:21	16:36	4:15	SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A.	TRANSPORTES ATLANTIC INTERNATIONAL BUSINESS S.A.C	HUACHO ARIAS, ANTHONY BRILLAN	Y-48714764	BKA-720	----	23261-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0040966	SOLUCION ACUOSA DE NITRATO (EMULSION MATRIZ) 30,000 KGR (30,000 KGR)	0042508-0042509-0042510-0042511-0042512-0042513-0042514	CARGUIO CONFORME		
3-Nov	12:21	16:36	4:15	SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A.	TRANSPORTES ATLANTIC INTERNATIONAL BUSINESS S.A.C	BERNUY CUELLAR, JORGE HERMOGENES	Q-08601362	D7E-844	----	20297-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0040973	SOLUCION ACUOSA DE NITRATO (EMULSION MATRIZ) 30,000 KGR (30,000 KGR)	2201-2235-2207-2226HTR	CARGUIO CONFORME		
4-Nov	5:37	10:05	4:28	CUMUNIDAD CAMPESINA LLACUABAMBA	EMPRESA DE TRANSPORTE TARRILLO E.I.R.L.	MEZA CONDOR, PERCY TITO	Q-43191853	BER-802	F3Q-998	23267-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0040971	EMULNOR 3000 1" X 7" 12,500 KGR (500 CIA)	2266-2275-2264-2291HTR	CARGUIO CONFORME		
4-Nov	5:54	10:24	4:30	COMPANIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.	EMPRESA DE TRANSPORTES DIAZ S.R.L.	GAVINO VENTURA MARDONIO	Q46558481	BBG-761	F6R-993	23272-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0040972	EMULNOR 3000 1" X 8" 12,500 KGR (500 CIA9)	2259-2286-2255-2256HTR	CARGUIO CONFORME		
4-Nov	6:44	11:43	4:59	COMPANIA MINERA MAXPALA S.A.C.	INVERSIONES GG & M S.A.C.	ALDERETE SANTA MARIA, HEBER JUAN	Q20889430	D9J-848	CTT-997	23281-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	011-0040976	EMULNOR 3000 7/8" X 7" 12,500 KGM (500 CIA)	2274-2253-2269-2298HTR	CARGUIO CONFORME		
4-Nov	12:10	16:36	4:26	CHEMTRADE S.A.C.	M&P REPRESENTACIONES GENERALES S.A.C.	HUERTA MORA, EZEQUIEL	Q-25775195	S10-934	----	23284-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	0011-0040980	SOLUCION N-30 (900 kg) (SOLUCION GASIFICANTE) 15,300 KGR (17 TOT)	2299-2296-2290HTR	CARGUIO CONFORME		
4-Nov	6:58	11:00	4:02	SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A.	TRANSPORTES ATLANTIC INTERNATIONAL BUSINESS S.A.C	PILOO ZEBALLOS ALEX HENNRY	N-42589470	BHI-796	BEA-971	23298-2023-SUCAMEC-GEPP-GTE	040-0008712	SOLUCION ACUOSA DE NITRATO (EMULSION MATRIZ) 29,000 KGR (29,000 KGR)	2276-2267-2285-2284HTR	CARGUIO CONFORME		

Fuente: Elaboración por los autores

Anexo 4.2 Base de datos consolidado despachos diarios Junio-Agosto

Mes	Semana	Día	Cantidad Despachos Programad	Cantidad Despachos Realizados	Tiempo Total (horas)	<= a 05:11 min	%	Tiempo despacho Mínimo	Tiempo despacho Promedio	Tiempo despacho Máximo
Junio	23	5-Jun	10	8	64.35	0	0%	5:24	6:26	7:28
	23	6-Jun	10	8	63.20	2	20%	3:19	6:19	7:38
	23	7-Jun	8	7	44.02	3	38%	4:32	5:30	7:18
	23	9-Jun	15	15	80.50	5	33%	3:52	5:22	6:11
	23	10-Jun	11	8	87.43	0	0%	5:22	7:56	9:50
	24	12-Jun	10	7	71.60	0	0%	5:28	7:09	8:13
	24	13-Jun	10	5	62.87	2	20%	4:58	6:17	9:53
	24	14-Jun	14	7	90.57	2	14%	3:10	6:28	9:02
	24	15-Jun	13	11	98.80	0	0%	5:17	7:36	11:54
	24	16-Jun	12	9	85.20	1	8%	5:06	7:06	9:54
	24	17-Jun	9	6	64.75	2	22%	2:47	7:11	10:55
	25	19-Jun	13	10	71.27	5	38%	3:09	5:28	8:04
	25	20-Jun	10	9	59.60	2	20%	4:51	5:57	7:37
	25	21-Jun	8	6	44.23	3	38%	3:40	5:31	7:05
	25	22-Jun	14	13	91.93	1	7%	3:39	6:34	9:29
	25	23-Jun	15	13	90.05	3	20%	3:56	6:00	7:56
	25	24-Jun	9	7	60.17	2	22%	2:44	6:41	11:38
	26	26-Jun	10	9	54.92	5	50%	3:36	5:29	8:08
	26	27-Jun	13	11	76.07	3	23%	3:12	5:51	8:12
	26	28-Jun	15	9	99.08	1	7%	5:08	6:36	8:13
26	29-Jun	7	5	48.03	1	14%	4:58	6:51	9:53	
26	30-Jun	12	4	81.98	2	17%	3:10	6:49	11:54	
Julio	26	1-Jul	8	8	40.50	5	63%	3:52	5:03	7:07
	27	3-Jul	11	7	72.12	1	9%	4:10	6:33	8:02
	27	4-Jul	11	10	69.82	0	0%	5:45	6:20	6:59
	27	5-Jul	10	8	65.95	0	0%	5:33	6:35	7:28
	27	6-Jul	9	7	57.77	2	22%	3:19	6:25	7:38
	27	7-Jul	6	5	34.05	2	33%	4:53	5:40	7:18
	27	8-Jul	8	8	41.98	4	50%	4:32	5:14	6:11
	28	10-Jul	10	10	53.92	2	20%	3:52	5:23	6:09
	28	11-Jul	10	7	81.02	0	0%	5:22	8:06	9:50
	28	12-Jul	13	8	89.40	0	0%	5:28	6:52	8:13
	28	13-Jul	6	3	35.20	2	33%	4:58	5:52	8:04
	28	14-Jul	15	8	100.43	2	13%	3:10	6:41	9:53
	28	15-Jul	20	15	147.77	0	0%	5:17	7:23	11:54
	29	17-Jul	12	9	82.52	3	25%	2:47	6:52	9:54
	29	18-Jul	10	8	66.15	1	10%	3:09	6:36	10:55
	29	19-Jul	6	5	30.00	4	67%	3:15	5:00	8:04
	29	20-Jul	8	7	47.95	2	25%	4:51	5:59	7:37
	29	21-Jul	7	5	41.13	1	14%	3:40	5:52	7:05
	29	22-Jul	5	5	27.10	2	40%	4:30	5:25	6:30
	30	24-Jul	6	5	42.27	1	17%	3:39	7:02	9:29
30	25-Jul	9	9	55.97	0	0%	5:23	6:13	7:48	
30	26-Jul	12	10	71.40	3	25%	3:56	5:57	7:56	
Agosto	31	1-Ago	7	5	45.28	2	29%	2:44	6:28	11:38
	31	2-Ago	7	7	41.10	3	43%	3:36	5:52	7:30
	31	3-Ago	8	6	44.27	3	38%	3:12	5:32	8:08
	31	4-Ago	11	8	65.92	2	18%	4:19	5:59	8:41
	31	5-Ago	6	6	28.92	4	67%	3:43	4:49	5:33
	32	7-Ago	8	6	47.17	1	13%	3:24	5:53	7:46
	32	8-Ago	6	5	28.72	6	100%	4:26	4:47	5:04
	32	9-Ago	11	7	77.15	2	18%	3:11	7:00	11:44
	32	10-Ago	11	9	77.67	1	9%	3:51	7:03	8:24
	32	11-Ago	9	8	45.48	5	56%	3:28	5:03	8:11
	32	12-Ago	11	10	59.85	4	36%	4:39	5:26	8:00
	33	14-Ago	13	10	75.13	4	31%	3:44	5:46	7:51
	33	15-Ago	8	6	52.65	0	0%	5:19	6:34	10:18
	33	16-Ago	13	11	88.45	1	8%	4:40	6:48	9:53
	33	17-Ago	12	9	78.10	6	50%	3:52	6:30	12:57
	33	18-Ago	11	9	62.02	3	27%	4:48	5:38	6:46
	33	19-Ago	12	12	68.45	4	33%	2:03	5:42	8:37
	34	21-Ago	8	4	48.60	3	38%	4:44	6:04	9:20
	34	22-Ago	12	6	94.87	0	0%	6:22	7:54	9:43
	34	23-Ago	9	2	81.35	0	0%	6:35	9:02	10:58
34	24-Ago	13	7	95.13	2	15%	4:42	7:19	10:59	
34	25-Ago	7	6	33.92	6	86%	2:36	4:50	7:48	
34	26-Ago	9	9	51.08	4	44%	3:19	5:40	8:06	
35	28-Ago	10	8	74.78	1	10%	2:45	7:28	10:09	
35	29-Ago	14	9	101.75	0	0%	5:30	7:16	9:20	
35	31-Ago	13	9	83.17	3	23%	4:49	6:23	8:22	

Fuente: Elaboración por los autores

Anexo 4.3 Base de datos consolidado despachos diarios setiembre-diciembre

Mes	Semana	Día	Cantidad Despachos Programad	Cantidad Despachos Realizados	Tiempo Total (horas)	<= a 05:11 min	%	Tiempo despacho Mínimo	Tiempo despacho Promedio	Tiempo despacho Máximo	
Setiembre	35	1-Set	13	9	82.53	3	23%	4:28	6:20	9:40	
	35	2-Set	15	15	109.58	1	7%	4:22	7:18	8:46	
	36	4-Set	14	12	94.97	2	14%	4:26	6:47	9:05	
	36	5-Set	8	8	49.85	2	25%	4:21	6:13	7:50	
	36	6-Set	11	10	70.83	2	18%	3:12	6:26	8:11	
	36	7-Set	9	8	59.58	2	22%	4:00	6:37	9:33	
	36	8-Set	11	11	56.57	6	55%	4:25	5:08	5:45	
	36	9-Set	18	15	95.88	8	44%	2:40	5:19	7:40	
	37	11-Set	14	7	83.18	7	50%	2:53	5:56	11:58	
	37	12-Set	15	13	77.55	6	40%	3:49	5:10	5:56	
	37	13-Set	10	9	50.98	5	50%	3:31	5:05	6:25	
	37	14-Set	11	7	55.68	6	55%	2:39	5:03	9:55	
	37	15-Set	10	8	50.30	3	30%	3:25	5:01	5:46	
	37	16-Set	15	15	76.57	8	53%	2:35	5:06	6:56	
	38	18-Set	9	9	42.15	6	67%	3:38	4:41	6:42	
	38	19-Set	8	7	33.17	6	75%	2:08	4:08	5:29	
	38	20-Set	15	15	75.17	10	67%	3:57	5:00	5:57	
	38	21-Set	6	5	28.97	5	83%	3:47	4:49	7:19	
	38	22-Set	11	11	52.77	9	82%	3:49	4:47	5:47	
	38	23-Set	11	11	47.45	11	100%	3:09	4:18	5:07	
	39	25-Set	13	13	66.37	7	54%	4:09	5:06	5:52	
	39	26-Set	6	6	27.68	4	67%	2:45	4:36	6:58	
	39	27-Set	10	10	48.50	7	70%	1:58	4:51	7:55	
	39	28-Set	8	8	40.20	5	63%	3:37	5:01	6:34	
	39	29-Set	13	10	53.75	12	92%	3:02	4:08	6:24	
	39	30-Set	10	10	47.97	6	60%	2:22	4:47	8:04	
	Octubre	40	2-Oct	18	17	91.70	9	50%	3:12	5:05	5:47
		40	3-Oct	12	11	58.52	6	50%	3:10	4:52	5:58
		40	4-Oct	15	15	75.38	9	60%	3:42	5:01	5:56
		40	5-Oct	13	13	64.15	10	77%	2:25	4:56	11:13
		40	6-Oct	8	8	37.83	7	88%	4:16	4:43	5:58
		40	7-Oct	23	23	118.05	10	43%	4:15	5:07	5:57
		41	9-Oct	9	9	44.78	5	56%	4:12	4:58	5:25
		41	10-Oct	6	6	28.20	4	67%	3:05	4:42	6:08
		41	11-Oct	7	7	33.17	5	71%	3:02	4:44	6:15
		41	12-Oct	17	17	86.25	10	59%	4:19	5:04	5:56
		41	13-Oct	13	11	61.32	9	69%	3:26	4:43	6:27
		41	14-Oct	14	14	71.95	11	79%	3:49	5:08	7:32
		42	16-Oct	9	9	35.53	8	89%	3:05	3:56	5:23
42		17-Oct	7	7	30.88	6	86%	3:08	4:24	7:03	
42		18-Oct	12	10	55.92	9	75%	2:09	4:39	5:52	
42		19-Oct	11	9	55.13	5	45%	3:23	5:00	6:32	
42		20-Oct	7	6	31.55	6	86%	3:31	4:30	7:43	
42		21-Oct	7	7	33.52	5	71%	3:28	4:47	7:30	
43		23-Oct	15	15	75.60	8	53%	4:08	5:02	5:57	
43		24-Oct	11	11	51.72	9	82%	3:40	4:42	5:50	
43		25-Oct	17	15	81.77	7	41%	2:37	4:48	5:49	
43		26-Oct	9	9	39.87	7	78%	3:00	4:25	6:00	
43		27-Oct	7	7	32.97	4	57%	3:15	4:42	5:27	
43		28-Oct	14	10	61.97	13	93%	3:15	4:25	7:18	
44		30-Oct	16	16	80.50	11	69%	3:25	5:01	7:34	
44		31-Oct	15	13	75.17	9	60%	4:12	5:00	6:00	
Noviembre		44	2-Nov	17	15	87.13	9	53%	4:05	5:07	5:50
		44	3-Nov	5	5	21.43	4	80%	2:14	4:17	6:18
		44	4-Nov	11	10	52.15	9	82%	4:02	4:44	5:31
		45	6-Nov	9	9	46.33	5	56%	4:38	5:08	5:45
		45	7-Nov	13	13	64.88	7	54%	2:59	4:59	8:03
	45	8-Nov	11	8	50.03	7	64%	2:30	4:32	5:50	
	45	9-Nov	9	8	45.70	6	67%	3:31	5:04	7:21	
	45	10-Nov	14	13	67.25	10	71%	3:45	4:48	5:29	
	45	11-Nov	9	9	46.63	5	56%	3:53	5:10	7:17	
	46	13-Nov	21	20	105.93	10	48%	3:36	5:02	5:48	
	46	14-Nov	12	12	55.12	10	83%	2:50	4:35	8:53	
	46	15-Nov	9	9	46.65	6	67%	4:35	5:11	5:47	
	46	16-Nov	10	10	50.15	6	60%	4:09	5:00	5:52	
	46	17-Nov	10	10	49.50	7	70%	2:45	4:57	7:55	
	46	18-Nov	9	9	40.23	7	78%	1:58	4:28	6:13	
	47	20-Nov	9	9	44.88	5	56%	3:37	4:59	5:56	
	47	21-Nov	9	7	35.05	9	100%	3:02	3:53	5:06	
	47	22-Nov	10	9	49.02	6	60%	3:03	4:54	8:04	
	47	23-Nov	11	11	54.83	5	45%	2:22	4:59	5:44	
	47	24-Nov	10	9	49.92	6	60%	3:12	4:59	5:54	
	47	25-Nov	9	9	44.67	4	44%	3:39	4:57	5:58	
	48	27-Nov	11	10	55.23	6	55%	3:10	5:01	5:51	
	48	28-Nov	12	12	56.97	9	75%	3:42	4:44	6:05	
	48	29-Nov	7	7	28.98	6	86%	2:25	4:08	5:51	
	48	30-Nov	8	8	38.47	7	88%	4:16	4:48	5:58	
	Diciembre	48	1-Dic	11	11	56.88	5	45%	4:33	5:10	5:57
		48	2-Dic	9	9	44.38	6	67%	4:22	4:55	5:30
		49	4-Dic	10	10	47.93	7	70%	4:12	4:47	5:25
49		5-Dic	10	10	45.98	8	80%	3:05	4:35	5:46	
49		6-Dic	6	6	28.55	4	67%	3:02	4:45	5:22	
49		7-Dic	12	12	60.60	7	58%	4:19	5:03	5:56	
49		8-Dic	8	8	40.57	4	50%	3:54	5:04	6:17	
50		11-Dic	10	10	48.73	5	50%	3:28	4:52	5:46	
50		12-Dic	7	7	36.20	4	57%	4:23	5:10	5:39	
50		13-Dic	9	9	42.93	7	78%	3:55	4:46	5:50	
50	14-Dic	14	14	68.47	7	50%	2:43	4:53	5:49		
50	15-Dic	10	8	43.75	6	60%	2:37	4:22	6:00		
50	16-Dic	14	14	63.05	10	71%	3:00	4:30	5:27		

Fuente: Elaboración por los autores

Anexo 4.4 Base de datos Ficha de observación

BASE DATOS FICHA DE OBSERVACIÓN											
Variable:		Productividad				Fórmula:		Productividad = Eficiencia x Eficacia			
Periodo:	Junio-Agosto 2023			Área:	Almacén		Proceso:		Despacho de Producto Terminado		
Tipo de Estudio	Mes de Estudio	Nro Semana de trabajo	Semana calendario	Cant.Despachos Programados (P)	Cant.Despachos Realizados (R)	Tiempo Total (T) (horas)	Tiempo Objetivo Total (O) (hr)	Eficiencia (O/T)	Eficacia (R/P)	Productividad	Comentarios
Pre Test	Junio	1	23	54	46	340	252	74.23%	85.19%	63.23%	
		2	24	68	45	474	317	66.98%	66.18%	44.32%	
		3	25	69	58	417	322	77.17%	84.06%	64.87%	
		4	26	65	46	401	303	75.72%	70.77%	53.59%	
	Julio	5	27	55	45	342	257	75.12%	81.82%	61.46%	
		6	28	74	51	508	345	68.01%	68.92%	46.88%	
		7	29	48	39	295	224	75.97%	81.25%	61.73%	
		8	30	27	24	170	126	74.28%	88.89%	66.02%	
	Agosto	9	31	39	32	225	182	80.72%	82.05%	66.23%	
		10	32	56	45	336	261	77.77%	80.36%	62.49%	
		11	33	69	57	425	322	75.80%	82.61%	62.62%	
		12	34	58	34	405	271	66.84%	58.62%	39.18%	
		13	35	65	50	452	303	67.14%	76.92%	51.64%	
Normalización	Setiembre	14	36	71	64	428	331	77.47%	90.14%	69.83%	Ventana de vigilancia de implementación
15		37	75	59	394	350	88.77%	78.67%	69.83%		
16		38	60	58	280	279	99.76%	96.67%	96.44%		
Post Test	Octubre	17	39	60	57	284	280	98.43%	95.00%	93.51%	
		18	40	89	87	446	435	97.69%	97.75%	95.49%	
		19	41	66	64	326	308	94.58%	96.97%	91.71%	
	Noviembre	20	42	53	50	243	236	97.44%	94.34%	91.93%	
		21	43	73	69	344	341	99.06%	94.52%	93.64%	
		22	44	64	60	315	302	95.85%	93.75%	89.86%	
	Diciembre	23	45	65	60	321	313	97.66%	92.31%	90.15%	
		24	46	71	70	348	338	97.34%	98.59%	95.97%	
		25	47	58	54	278	271	97.23%	93.10%	90.53%	
		26	48	58	57	281	271	96.35%	98.28%	94.69%	
	27	49	46	46	224	218	97.33%	100.00%	97.33%		
	28	50	64	62	303	299	98.53%	96.88%	95.45%		

Fuente: Elaboración por los autores

Anexo 4.5 Datos del antes y después de las variables

Nro Semana de trabajo	Eficiencia Antes (O/T)	Eficiencia después (O/T)	Eficacia Antes (R/P)	Eficacia después (R/P)	Productividad antes	Productividad después	% DMAIC antes	% DMAIC después
1	74.23%	99.76%	85.19%	96.67%	63.23%	96.44%	8%	100%
2	66.98%	98.43%	66.18%	95.00%	44.32%	93.51%	33%	100%
3	77.17%	93.20%	84.06%	97.75%	64.87%	91.11%	38%	100%
4	75.72%	94.58%	70.77%	96.97%	53.59%	91.71%	42%	100%
5	75.12%	97.44%	81.82%	90.57%	61.46%	88.25%	50%	100%
6	68.01%	99.06%	68.92%	91.78%	46.88%	90.92%	71%	100%
7	75.97%	94.90%	81.25%	92.19%	61.73%	87.49%	75%	100%
8	74.28%	94.55%	88.89%	92.31%	66.02%	87.27%	79%	100%
9	80.72%	95.32%	82.05%	98.59%	66.23%	93.98%	83%	100%
10	77.77%	97.23%	80.36%	93.10%	62.49%	90.53%	88%	100%
11	75.80%	96.35%	82.61%	98.28%	62.62%	94.69%	92%	100%
12	66.84%	95.99%	58.62%	100.00%	39.18%	95.99%	96%	100%
13	67.14%	98.53%	76.92%	96.88%	51.64%	95.45%	100%	100%













Fuente: Elaboración por los autores

Anexo 5.2 Formato de carta de proyecto

EMPRESA DE EXPLOSIVOS		FR-MGO-	
CARTA DE PROYECTO			
Nombre del proyecto:	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE DESPACHO, sede CHANCAY	Fecha inicio:	
Fecha:		Fecha proyectada fin:	
Proyecto N°		Fecha real fin:	
1.- CASO DE NEGOCIO			
3.- LÍNEA BASE			
4.- OBJETIVO			
5.- ALCANCE E IMPACTO DE LA MEJORA			
6.- EQUIPO			
Rol	Nombre	Área	Rol
7.- RECURSOS ADICIONALES			
8.- MÉTRICOS			
Métrico	Base	Meta	Comentarios
9.- BENEFICIOS ECONOMICOS			
Detalle del ahorro	Hard Saving	Soft Saving	Comentarios
a.			
b.			
c.			
10.- BENEFICIOS CUALITATIVOS			
11.- RUTINA DE COMUNICACIÓN			
Rutina	Forma	Frecuencia	Responsable

Fuente: Elaboración por los autores

Anexo 5.3 Formato del Diagrama de Análisis del Proceso

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DE DESPACHO										
EMPRESA:					FECHA:					
ÁREA:					ELABORADO POR:					
PROCESO:					MÉTODO:					
INICIO:					FIN:					
ACTIVIDAD		RESUMEN			TIEMPO			DISTANCIA		
1	Operación									
2	Transporte									
3	Espera									
4	Inspección									
5	Almacenamiento									
6	Operación + Inspección									
Total									0	
ACTIVIDAD		CANT.	DIST.	TIEMPO	SÍMBOLOS					DETALLE DEL PROCESO
		U	M	MIN						
D1	<i>Demora</i>									
T1	Actividad 1									
T2	Actividad 2									
D2										
T3										
T4										
D3										
T5										
D4										
T6										
T7										
T8										
T9										
D5										
T10										
T11										
D6										
T12										
T13										
D7										
T14										
T15										
D8										
T16										
TOTAL		0	0	0:00						

Fuente: Elaboración por los autores