

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**ELABORACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA DE
LOS INDICADORES DE OPERACIONES
PORTUARIAS PARA LA TERMINAL DE
CONTENEDORES EN PUERTO CALDERA EN LA
UNIDAD TÉCNICA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL
DEL INCOP EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL
2024**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR
LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

ESTUDIANTE: RICARDO AVILA CASTILLO

TUTOR: ING. NATALIA MATARRITA PÉREZ

PUNTARENAS 2024

Declaración jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo Ricardo Ávila Castillo, mayor de edad, portador de la cédula de identidad Número: 60451 0821 egresado de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjuicio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de licenciatura, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: "ELABORACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA DE LOS INDICADORES DE OPERACIONES PORTUARIAS PARA LA TERMINAL DE CONTENEDORES EN PUERTO CALDERA EN LA UNIDAD TÉCNICA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL INCOP EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2024"

Es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de Puntarenas, a los 17 días del mes de junio del año dos mil veinte cuatro

RICARDO
FRANCISCO AVILA
CASTILLO (FIRMA)

Firmado digitalmente
por RICARDO FRANCISCO
AVILA CASTILLO (FIRMA)
Fecha: 2024.07.01
18:50:26 -06'00'

Firma del estudiante

Cédula

Carta del Tutor

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 01 julio de 2024

Destinatario
Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

La estudiante **Ricardo Ávila Castillo**, cédula de identidad número **6-0451-0821**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **“ELABORACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA DE LOS INDICADORES DE OPERACIONES PORTUARIAS PARA LA TERMINAL DE CONTENEDORES EN PUERTO CALDERA EN LA UNIDAD TÉCNICA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL INCOP EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2024”**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de **Licenciatura**.

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

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

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	9%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	19%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	29%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	17%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	16%
	TOTAL		90%

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

Atentamente,

Lic. Natalia Matarrita Pérez
1-1237-0267

NATALIA DE
 LOS ANGELES
 MATARRITA
 PEREZ (FIRMA)

Digitally signed by NATALIA DE LOS ANGELES MATARRITA PEREZ
 (FIRMA)
 Date: 2024.07.01 00:31:29 -04'00'

Carta del lector

CARTA DEL LECTOR

Heredia, 26 de Agosto de 2024

Señores
Departamento de Registro
UNIVERSIDAD HISPANOAMERICA

Estimados Señores:

El estudiante Ricardo Ávila Castillo, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: "ELABORACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA DE LOS INDICADORES DE OPERACIONES PORTUARIAS PARA LA TERMINAL DE CONTENEDORES EN PUERTO CALDERA EN LA UNIDAD TÉCNICA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL INCOP EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2024", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de licenciatura en ingeniería industrial.

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

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

Atentamente,



Ing. Marco Cartín Gamboa. MII
Ced: 1-1061-393
Carné Colegio Profesional: II-15546

Carta de autorización para la consulta, reproducción parcial o total y publicación

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

San José: 26 de agosto del 2024

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito Ricardo Avila Castillo con número de identificación 6-0451 0821 autor del trabajo de graduación titulado: ELABORACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA DE LOS INDICADORES DE OPERACIONES PORTUARIAS PARA LA TERMINAL DE CONTENEDORES EN PUERTO CALDERA EN LA UNIDAD TÉCNICA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL INCOP EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2024, presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar por el título de licenciatura en ingeniería Industrial; SI autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

RICARDO
FRANCISCO AVILA
CASTILLO (FIRMA)

Firmado digitalmente por
RICARDO FRANCISCO
AVILA CASTILLO (FIRMA)
Fecha: 2024.08.26
14:41:43 -06'00'

Firma y Documento de Identidad

Tabla de contenido

Declaración jurada	2
Carta del Tutor	3
Carta del lector	4
Carta de autorización para la consulta, reproducción parcial o total y publicación	5
Acrónimos y siglas.....	15
Resumen ejecutivo	16
1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	17
1.1. Descripción general del proyecto	18
1.2. Identificación de la empresa	18
1.3. Descripción general de la empresa	19
1.4. Antecedentes del contexto de la empresa o institución	21
1.5. Planteamiento del problema	21
1.6. Definición del problema	22
1.7. Justificación	23
1.8. Objetivos de la investigación.....	24
1.8.1. Objetivo general	24
1.8.2. Objetivos específicos	25
1.9. Alcances y limitaciones	25
1.9.1. Alcances	26

1.9.2. Limitaciones	26
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	27
2.1. Marco conceptual relativo a la carrera.....	28
2.2. Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto.....	32
2.3. Marco conceptual referente al impacto del proyecto.....	39
2.4. Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes	42
3. CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	44
3.1 Metodología para la definición del problema	45
3.2. Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto	46
3.3. Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio	47
3.4. Metodología para la implementación del proyecto	48
3.5. Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados. 49	
4. CAPÍTULO IV. LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS	51
4.1. Etapa definir.....	52
4.1.1. Diagnóstico de la situación actual del puerto	52
4.2. Determinación de las afectaciones en el proceso de carga y descarga de mercadería	54
4.3. Consecuencias de las afectaciones	58
4.4. Diagrama de Flujo.....	62

4.5.	Conclusiones de la etapa definir	64
4.6.	Etapa Medir.....	64
4.7.	Estudio de Tiempos.....	65
4.8.	Conclusiones de la etapa medir.....	68
4.9.	Etapa de analizar	68
4.10.	Diagnóstico de los indicadores de operaciones portuarios	69
4.11.	Análisis FODA.....	71
4.12.	Conclusiones de la etapa de análisis.....	73
5.	CAPITULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	74
5.1.	Etapa de mejora.....	75
5.2.	Estandarizar el proceso.	76
5.3.	Documentación del proceso.....	78
5.4.	Indicadores de control.....	81
5.3.	Cumplimiento de los indicadores propuestos	91
5.4.	Mejora obtenida de la propuesta	92
5.5.	Impacto de la implementación de las propuestas de mejora	93
5.6.	Cuantificación de los resultados de la propuesta de mejora	95
5.7.	Costo de la implementación.....	96
5.8.	Evaluación económica del proyecto	98
5.9.	Conclusiones de la etapa de mejora	99

	10
5.10. Etapa de control.....	99
5.11. Manual o guía explicativa del dashboard de control de la propuesta de mejora.	99
5.12. Dashboard de control.....	102
5.13. Conclusiones de la etapa de control	105
6. CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
6.1. Conclusiones	107
6.2. Recomendaciones	108
7. CAPITULO VII: BIBLIOGRAFÍA.....	110
7.1. Bibliografía	111
8. CAPITULO VIII: ANEXOS Y APÉNDICES.....	118
8.1. Anexo A: Declaración de hechos de un buque (Documento que detalla la operación de un buque)	119
8.2. Apéndice A: Estudio de Tiempo del mes de enero	120
8.3. Apéndice B: Estudio de Tiempo del mes de febrero.	121
8.4. Apéndice C: Estudio de tiempo del mes marzo.	122
8.5. Apéndice D: Estudio de tiempo del mes de abril.....	123

Índice de ilustraciones

Ilustración N°1: Logo actual de la institución	18
Ilustración N°2: Organigrama INCOP	20
Ilustración N°3: Fases de la metodología DMAIC.....	34
Ilustración N°4: Simbología para elaboración del diagrama de flujo.	36
Ilustración N°5: Estudio de tiempo	37
Ilustración N°6: Análisis FODA.....	37
Ilustración N°7: Buques portacontenedores que atracan en el puerto de Caldera.	53
Ilustración N°8: Áreas del puerto de Caldera.	58
Ilustración N°9: Puestos de atraque con sus respectivas dimensiones.	60
Ilustración N°10: Diagrama de Flujo de las operaciones en puerto Caldera.	62
Ilustración N°11: Reachtaker apilando contenedores en los patios de almacenamiento.....	66
Ilustración N°12: Diagrama de flujo con los cambios realizados por la propuesta de mejora..	80
Ilustración N°13: Explicación de los gráficos de control del dashboard.....	101
Ilustración N°14: Dashboard de control de los indicadores de operación en el buque.	103
Ilustración N°15: Dashboard de control de los indicadores de operación en tierra.	104

Indice de tablas

Tabla N°1: Metodología para la definición del problema.	45
Tabla N°2: Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto.	46
Tabla N°3: Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.	47
Tabla N°4: Metodología para la implementación del proyecto.	48
Tabla N°5: Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de los resultados.	50
Tabla N°6: capacidades de los patios de almacenamiento de carga importación	56
Tabla N°7: Ocupación de los puestos de atraque en el primer cuatrimestre de 2024.	60
Tabla N°8: Tiempos de operación por buques de cada volumen de carga último cuatrimestre del 2023.	65
Tabla N°9: Estudio de tiempo de las operaciones por buque en el puerto de Caldera.	64
Tabla N°10: Tiempos de demora por tipo en el último cuatrimestre del 2023.	65
Tabla N°11: Saturación de los patios de almacenamiento en el primer cuatrimestre de 2024.	66
Tabla N°12: Indicadores de operaciones actuales de puerto Caldera.	69
Tabla N°13: Plan para la mejora de la eficiencia.	75
Tabla N°14: Actividades de mayor tiempo dentro del proceso.	76
Tabla N°15: Bitácora de la actividad carga y descarga de contenedores del día 31/1/2024.	79
Tabla N°16: Cumplimiento de los indicadores propuestos.	91

Tabla N°17: Mejora obtenida de la propuesta vista en los tiempos de la operación.	92
Tabla N°18: Reducción de los tiempos (horas) de estadía y operación por Buque en promedio en el primer cuatrimestre de 2024.	93
Tabla N°19: Reducción de la saturación de los patios de almacenamientos en promedio en el primer cuatrimestre de 2024.	94
Tabla N°20: Mejoras obtenidas de la propuesta de mejora.	95
Tabla N°21: Cuantificación de los beneficios de la propuesta de mejora.	96
Tabla N°22: Desglose de los costos de la implementación de mejora.	97
Tabla N°23: Tasa interna de retorno (TIR) de la propuesta de mejora.	98
Tabla N°24: Base de datos del dashboard de control	100

Índice de gráficos

Gráfico N°1: Cantidad de buques atendidos por mes por volumen de carga.	54
Gráfico N°2: Comportamiento del tiempo neto de operación en puerto Caldera.	55
Gráfico N°3: Comportamiento de los niveles de saturación de los patios de almacenamiento en puerto Caldera.....	57
Gráfico N°4: Tasa de Ocupación por puesto.	59
Gráfico N°5: Comportamiento del tiempo de espera en puerto Caldera.....	61
Gráfico N°6: Distribución de los tiempos de demora.....	68
Gráfico N°7: Tiempo de Atraque en minutos.....	83
Gráfico N°8: Tiempo de desatraque en minutos.	83
Gráfico N°9: Movimientos de grúa por hora neta.	85
Gráfico N°10: Movimientos de grúa buque por hora neta.	86
Gráfico N°11: Control del tiempo de demora de un buque en puerto.....	88
Gráfico N°12: Tiempo promedio de Recepción de carga de exportación en minutos.	90
Gráfico N°13: Tiempo promedio de Despacho de Carga de importación en minutos.	91
Gráfico N°14: TEUS por metro cuadrado.	93
Gráfico N°15: Días de permanecía de los contenedores en los patios de almacenamiento.	94
Gráfico N°16: Tiempo promedio de permanencia de un camión en puerto en horas.	96

Acrónimos y siglas

- INCOP: Instituto costarricense de puertos del pacifico
- UTSC: Unidad técnica de supervisión y control
- SF: Secretaría de Fiscalización
- ASQ: American Society for Quality
- TEU O TEUS: Twenty feet equivalent unit, traducido al español unidad equivalente a 20 pies (contenedor de 20 pies de longitud). TEUS se refiere al plural.
- MOV: Movimiento (1 contenedor cargado o descargado equivale a 1 movimiento)
- MOV/H: Movimientos por hora, unidad de medición del rendimiento de una grúa.

Resumen ejecutivo

Ávila, Ricardo. (2024) Elaboración de una propuesta de mejora de los indicadores de operaciones portuarias para la terminal de contenedores en puerto Caldera en la unidad técnica de supervisión y control del INCOP en el primer cuatrimestre del 2024. Proyecto de graduación para optar por la licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad Hispanoamericana. Tutora Ing. Natalia Matarrita Pérez.

El presente proyecto de graduación surge con la necesidad de mejorar la situación en el puerto de Caldera, a través de los años los tiempos de operación a las embarcaciones y la saturación en los patios de almacenamiento de las mercancías han ido en aumento de manera progresiva, logrando la congestión de la terminal portuaria, lo que genera constantes reclamos por parte de los usuarios.

El objetivo principal del proyecto es elaborar una propuesta de mejora de indicadores del puerto Caldera para aumento de la productividad en el primer cuatrimestre de 2024. Haciendo uso de la metodología DMAIC se definieron las principales afectaciones de las operaciones del puerto se realizó la medición del impacto de las afectaciones del proceso para seguidamente analizar por qué los actuales indicadores no son óptimos para el control de las operaciones.

La propuesta de mejora del presente proyecto generó una reducción en promedio 3.60 horas de los tiempos de operación por cada buque atendido y disminuyendo los niveles de saturación de los patios de carga en 5%. Para concluir se realizó un análisis del impacto económico que tiene de la implementación del proyecto, el cual presenta un tiempo de recuperación de la inversión de 2.72 meses \approx 83 días.

1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1.Descripción general del proyecto

En los últimos años se ha experimentado una pérdida de la calidad de los servicios ofrecidos en el puerto de Caldera, a través del período de concesión los tiempos de operación a las embarcaciones y la saturación de los patios de contenedores han ido en aumento de manera progresiva, llegando prácticamente a la saturación de la terminal portuaria, lo cual es de constante reclamo por parte de los usuarios.

Por lo anterior, es un tema de prioridad por parte de la administración el definir los criterios de calidad que deben cumplir los servicios, así también los mecanismos y procedimientos requeridos para monitorear esos servicios. Este proyecto consiste una propuesta, para mejorar lo situación en el puerto de Caldera.

1.2.Identificación de la empresa

El Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico (abreviado INCOP) es una institución de derecho público con autonomía administrativa, personería jurídica y patrimonio propios, creada por ley de la república N°1721 de diciembre de 1953 reformada por leyes N° 4964 de marzo de 1972 y 8461 del 26 de abril de 2006, le corresponden las funciones de autoridad Portuaria del litoral Pacífico de Costa Rica. Ley N° 8461. (2006). *Ley N° 8461*. República de Costa Rica.

Ilustración N°1: Logo actual de la institución



**INSTITUTO
COSTARRICENSE
DE PUERTOS DEL
PACÍFICO**

**GOBIERNO
DE COSTA RICA**

Fuente: Administración de INCOP.

1.3.Descripción general de la empresa

Función general

Cumplir el rol de autoridad portuaria y brindar servicios portuarios eficientes y de alta calidad, como carga, descarga de mercancías y manipulación de carga, así como asistencia a las naves en relación con la actividad portuaria.

Facultades

En el desempeño de sus responsabilidades, el Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico tiene la capacidad de utilizar las siguientes herramientas:

- Planificar las obras e instalaciones portuarias necesarias para el crecimiento económico del país en el litoral del Pacífico de acuerdo con la planificación general y la política de desarrollo portuario establecida por el poder ejecutivo.
- Construir las obras necesarias para un servicio portuario eficiente, así como mejorar, mantener, operar y administrar los servicios e instalaciones a su cargo, previa aprobación del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- Establecer los sistemas de trabajo y administración para todos los servicios y facilidades portuarios bajo su jurisdicción.
- Adquisición y manejo de los bienes necesarios para alcanzar los objetivos, asumiendo las obligaciones permitidas por la ley.

- Recepción y supervisión directa de los barcos que llegan o parten de los puertos del litoral del Pacífico.

Misión

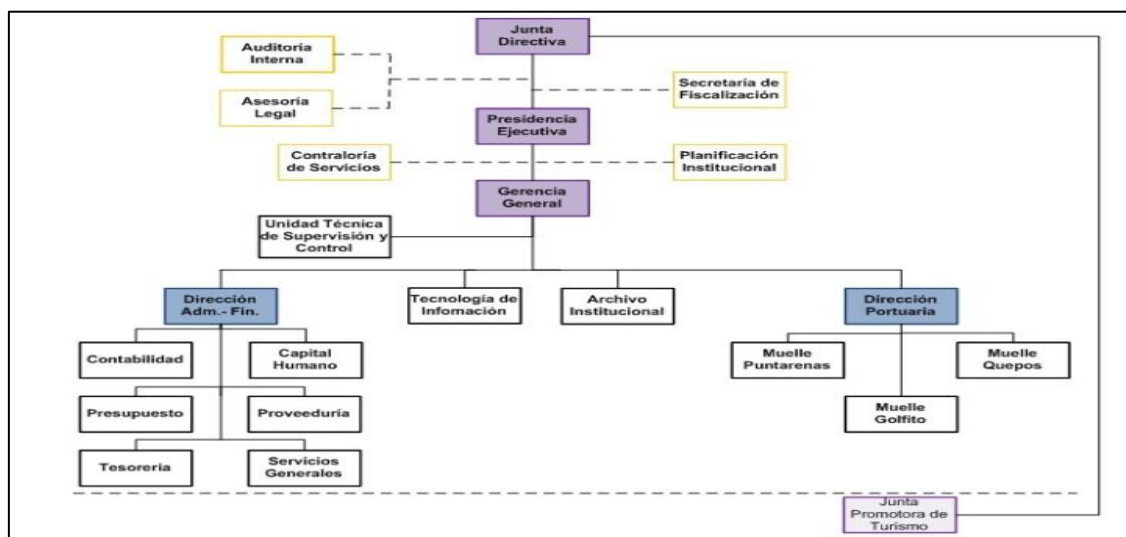
Actuar como la Autoridad Portuaria del Litoral Pacífico, que facilita la actividad comercial y económica de Costa Rica, mediante la prestación de servicios portuarios de calidad y contribuye con el desarrollo de la provincia de Puntarenas.

Visión

Liderar la calidad de la gestión portuaria del litoral pacífico de Centroamérica.

Organigrama

Ilustración N°2: Organigrama INCOP



Fuente: Administración del INCOP.

1.4. Antecedentes del contexto de la empresa o institución

- Al principio, INCOP realizaba carga y descarga en la bahía con lanchas.
- A finales de los años sesenta, debido al aumento de la población cercana al puerto y al tránsito de barcos, surge la necesidad de construir un puerto para facilitar el comercio internacional del país y ofrecer zonas económicas con acceso al Océano Pacífico.
- El puerto Caldera nace de esta manera, después de realizar varias investigaciones para elegir la mejor ubicación para el nuevo puerto debido a su ubicación estratégica y su importancia económica.
- Incorporado el 17 de diciembre de 1981, INCOP trasladó sus oficinas al puerto Caldera y comenzó a operar en 1982. Ley N° 8461. (2006). *Ley N° 8461*. República de Costa Rica.
- En el año de 2006 la empresa internacional “Sociedad Portuaria”, pasa a encargarse de la operación de el puerto de Caldera, tras adjudicarse un contrato por medio de un concurso internacional, por un plazo de 20 años. Ley N° 8461. (2006). *Ley N° 8461*. República de Costa Rica.

1.5. Planteamiento del problema

Finalizando el año 2023, se realizó una auditoría en el Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico (INCOP), con el propósito de determinar si las funciones de control y fiscalización

llevadas a cabo por esa administración en puerto Caldera, se estaban realizando según lo establecido dentro de las funciones que tiene dicha institución.

La causa de esta auditoría se debe a, las constantes quejas de los clientes los cuales reclaman los excesivos tiempos de espera para ser atendidos (debido a los altos tiempos de operación) y los tiempos de recepción y despacho de los contenedores (debido a la saturación de los patios de almacenamiento de carga), como conclusión de la auditoria se establece que esta problemática se debe al poco control de las operaciones del puerto por parte de la administración, además en la misma auditoria se analizaron los indicadores para controlar la gestión de todos los servicios portuarios que ofrecen los concesionarios en el puerto de Caldera determinando que estos no son óptimos para la industria portuaria.

Según lo anterior, se volvió prioridad en la Administración del Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico resolver la problemática detectada en la auditoría, ya que esta debe velar permanentemente porque la prestación de los servicios se lleve a cabo de la manera que mejor satisfaga los intereses de los usuarios y del país.

1.6. Definición del problema

Puerto Caldera es el más importante del Pacífico costarricense, según datos de la ARESEP, por esta terminal se movilizaron cerca de 15 millones de toneladas de mercancías entre los años 2017 a 2019. La prestación de los servicios en el puerto se desarrolla mediante contratos de concesión, por lo que a la Administración del INCOP le corresponde garantizar que los servicios

concesionados se brinden de la manera que mejor satisfaga a los usuarios y logrando adecuados rendimientos en las operaciones.

Con el transcurrir de los años se ha experimentado una pérdida de la calidad de los servicios portuarios, la operación de las embarcaciones y la saturación de los patios de contenedores han ido en aumento en un 8% y 5% en promedio respectivamente de forma anual en los últimos 5 años además. En relación con lo anterior, se tienen que a día de hoy una embarcación tiene que esperar en promedio 10 horas (en el 2019 el tiempo de espera era de 6 horas) para ser atendido en el puerto lo cual atrasa la recepción de la mercadería. En esa línea, un estudio sobre la percepción de los servicios portuarios de puerto Caldera, donde se establece que el 58% de los usuarios califican la calidad de las operaciones portuarias entre pésimos y regulares donde en años anteriores este porcentaje eran menor al 50%.

1.7. Justificación

Como consecuencia del aumento de los tiempos de operación y la saturación de los patios de almacenamiento se incrementó los tiempos de espera para la atención de los buques. Esto es un problema nacional debido a que los costos extras de la mercadería son asumidos por los importadores, provocando que los precios finales de los productos aumenten. Por ejemplo, las tarifas por fondeo (Tiempo de espera en la bahía) es un cobro realizado por cada hora que pasa un buque en la bahía a la espera de ser atendido, si se toma en cuenta que la tarifa es de \$26 por hora, teniendo en cuenta que el tiempo promedio de espera es de 10 horas por buque genera un cobro extra por buque de \$260, mensualmente se atienden 30 buques lo que genera un total de \$7800 que se deben asumir entre los importadores.

La terminal portuaria de Caldera, es el principal puerto de todo el litoral pacífico y el segundo puerto más importante del país, que las operaciones se desarrollen de forma eficiente es de gran beneficio para todo el país, ya que contribuirá a disminuir los tiempos de espera de los buques, la carga y descarga de mercancías, la gestión de contenedores y en general, a mejorar la calidad de las operaciones portuarios que se ofrecen, lo cual también ayudara al desarrollo económico y social de la región y reduciendo el precio de los productos que consume la población costarricense.

De acuerdo con un estudio realizado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2018), “la eficiencia en los puertos se traduce en menores costos logísticos para las empresas, lo que a su vez puede resultar en una mayor competitividad a nivel internacional”. (párr.4) Según lo anterior mejorar la situación actual en puerto Caldera, es un tema de gran importancia, y que debe solucionarse a la mayor brevedad posible.

1.8.Objetivos de la investigación

Seguidamente se van a presentar los objetivos relacionados con la investigación:

1.8.1. Objetivo general

- Elaborar una propuesta de mejora de indicadores de operaciones portuarias para la terminal de contenedores de puerto Caldera mediante la aplicación de la metodología DMAIC para aumento de la productividad en el primer cuatrimestre de 2024.

1.8.2. Objetivos específicos

- Definir principales afectaciones en el proceso de carga y descarga de contenedores, realizando un diagnóstico de la situación actual del puerto y realizar un diagrama de flujo para un mejor entendimiento del proceso.
- Medir variables relevantes relacionadas al proceso realizando estudio de tiempos.
- Analizar los indicadores actuales de servicios portuarios para determinar las debilidades realizando un análisis FODA.
- Diseñar un plan de indicadores que se ajusten a las necesidades y capacidades del puerto de Caldera.
- Controlar el sistema de indicadores para que cumplan su función y perduren en el tiempo mediante un dashboard y un manual o guía didáctica para facilitar el entendimiento del mismo.

1.9. Alcances y limitaciones

A continuación, se van a describir los diferentes alcances y las limitaciones presentadas en la investigación:

1.9.1. Alcances

Para este proyecto se limitará únicamente a la elaboración de un sistema de indicadores que se adapten a las capacidades y necesidades del puerto, mas no se llegaran a una fase de implementación. La mejora en los indicadores de operaciones portuarias para la terminal de contenedores de puerto Caldera tiene el potencial de aumentar la competitividad de la terminal portuaria en la región. La aplicación de la metodología DMAIC permitirá una gestión más eficiente de los recursos y una mayor optimización de los procesos operativos. El incremento en la productividad podría atraer a más navieras y clientes, generando un impacto positivo en el flujo de negocios y en la generación de empleo en la zona.

1.9.2. Limitaciones

Limitación temporal: La implementación de mejoras en los indicadores de operaciones portuarias para la terminal de contenedores de puerto Caldera puede requerir un período de tiempo considerable para su planificación, ejecución y evaluación, lo que puede retrasar los resultados deseados a corto plazo.

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco conceptual relativo a la carrera

El marco conceptual es una parte fundamental de cualquier investigación, ya que proporciona el contexto teórico en el cual se basa el estudio y ayuda a establecer la base conceptual en la que se sustentará, en este sentido, el marco teórico es un elemento clave que guía y orienta la investigación hacia un enfoque específico, permitiendo al investigador situar su estudio dentro de un contexto más amplio y establecer las bases teóricas sobre las cuales se desarrollará su trabajo.

Es un conjunto de teorías, conceptos, enfoques y modelos que se utilizan para analizar y comprender un fenómeno determinado, este marco teórico puede estar compuesto por diversas corrientes teóricas, como teorías sociológicas, psicológicas, económicas, entre otras, que se utilicen para abordar la problemática o el tema de investigación en cuestión.

Ingeniería Industrial

Según establece Hodson (2016), la ingeniería industrial es la ingeniería que tiene como propósito el “diseñar, establecer y mantener los sistemas administrativos para una eficiente operación” (p.15).

El Ingeniero Industrial puede ser visto como el agente gestor del mejoramiento de la productividad. Sus esfuerzos se dirigen a implementar el mejor proceso de producción, a través del diseño de sistemas integrados que involucran los aspectos más importantes de una empresa tales como: los empleados, los materiales utilizados, la información, los equipos incluyendo las nuevas tecnologías, y por supuesto la energía disponible (IIE, 2009, p. 1).

Como área de estudio, la ingeniería industrial forma profesionales capaces de planificar, diseñar, implantar, operar, mantener y controlar eficientemente organizaciones integradas por personas, materiales, equipos e información con la función mantener el mejor desempeño posible en los sistemas productivos y administración de bienes y servicios.

La Ingeniería Industrial abarca el diseño, la mejora e instalación de sistemas integrados de hombre, materiales y equipos. Con sus conocimientos especializados y el dominio de las ciencias matemáticas, físicas y sociales, juntamente con los principios y métodos de diseño y análisis de ingeniería, permite predecir, especificar y evaluar los resultados a obtener tales sistemas (ICFES- ACOFI, 2005, p. 1).

Calidad

Con respecto a la calidad existen varias definiciones; por ejemplo, para Juran (1990): “Calidad es que un producto o servicio sea adecuado para su uso. Así, la calidad consiste en ausencia de deficiencias en aquellas características que satisfacen al consumidor”.

Por su parte, la ASQ señala: La calidad es un término subjetivo para el que cada persona o sector tiene su propia definición. En un sentido técnico, la calidad puede tener dos significados:

- son las características de un producto o de un servicio que influyen en su capacidad de satisfacer necesidades implícitas o específicas.
- Es un producto o un servicio libre de deficiencias.

Según establece la norma ISO-9000 la calidad se define como “el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”, analizando requisitos como una necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

En otras palabras, el consumidor define la calidad porque es la percepción que tiene sobre un producto o servicio, que siempre será la aprobación o rechazo. Si se le ofrece a un consumidor todo lo que esperaba y más este se dará por satisfecho. Por lo tanto, la satisfacción del consumidor, está ligada a las expectativas del consumidor sobre el producto o servicio. Estas expectativas se crean en función de necesidades, antecedentes, precio, publicidad, tecnología e imagen de la empresa, entre otros factores. Si el consumidor percibió en el producto o servicio al menos lo que esperaba, se dice que hay satisfacción.

Productividad

La productividad se calcula, dividiendo los resultados logrados entre los recursos empleados, ya que se entiende generalmente como la relación entre lo producido y los medios empleados. Se pueden medir los resultados logrados en unidades producidas, piezas vendidas, clientes atendidos o utilidades. Mientras que los recursos humanos se calculan utilizando el número de trabajadores, el tiempo total empleado, las horas máquina, etc.

Eficiencia

La relación entre los recursos utilizados y los resultados obtenidos. Se mejora optimizando los recursos y reduciendo el tiempo desperdiciado por retrasos, falta de material y paros de equipo.

Eficacia

Grado con el cual se llevan a cabo las actividades planeadas y se logran los resultados previstos. Se enfoca en maximizar los resultados.

Mejora Continua

Es una estrategia para la optimización de los procesos operativos que se basa en la necesidad de supervisar constantemente las operaciones de producción o servicio brindado en busca de problemas, oportunidades para reducción de costos, la racionalización y optimización de recursos para la empresa o institución. De acuerdo a Deming (1996) en el mejoramiento continuo nunca se alcanza la perfección, pero siempre se busca.

Otra definición de mejora continua es la que establece Sullivan (1994) define el mejoramiento continuo como un esfuerzo para aplicar mejoras en cada etapa del proceso de producción y mejorar el producto final que es lo que se les entrega a los consumidores.

Indicadores de medición

Los indicadores de medición son una herramienta esencial en el ámbito empresarial y académico, ya que permiten cuantificar y evaluar de manera objetiva diferentes variables y aspectos de interés. Según García y Pérez (2019), los indicadores de medición son "parámetros cuantitativos que permiten evaluar el desempeño, eficiencia o calidad de un proceso, producto o servicio". (p.88)

En la actualidad, con la creciente importancia de la medición y la evaluación en la toma de decisiones, los indicadores de medición se han convertido en una herramienta imprescindible

para identificar áreas de mejora, establecer metas y monitorear el progreso hacia los objetivos establecidos. Según Martínez et al. (2020), "los indicadores de medición son fundamentales para evaluar el rendimiento de una empresa y tomar decisiones informadas y efectivas". (p.79)

Es importante destacar que los indicadores de medición deben ser relevantes, confiables y válidos para ser útiles en la toma de decisiones, Gutiérrez y Ramírez (2019) indican que, "la validez y confiabilidad de los indicadores de medición son fundamentales para asegurar que las conclusiones y recomendaciones derivadas de ellos sean sólidas y acertadas". (p.81)

Además, los indicadores de medición deben ser utilizados de manera ética y responsable, evitando la manipulación de los datos o la interpretación sesgada de los resultados. Según García et al. (2020), "la transparencia y la rigurosidad en el proceso de medición son fundamentales para garantizar la credibilidad y la validez de los resultados obtenidos a través de los indicadores de medición". (p.33)

2.2. Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

DMAIC

La metodología DMAIC es una hoja de ruta de Six Sigma que se utiliza para mejorar la calidad de los resultados producidos por los procesos de una empresa. El modelo se conforma de 5 fases.

Para mejorar la calidad de un sistema de manufactura o servicio es necesario utilizar un enfoque formal al análisis de desempeño del sistema y a la búsqueda de formas de mejorar dicho

desempeño. El DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) es la metodología de mejora de procesos usado por Seis Sigma, y es un método iterativo que sigue un formato estructurado y disciplinado basado en el planteamiento de una hipótesis, la realización de experimentos y su subsecuente evaluación para confirmar o rechazar la hipótesis previamente planteada (McCarty et al., 2004).

Definir

Describir los problemas que deben resolverse, así como la importancia del problema para la organización o la empresa.

Medir

Identificar defectos y recopilar información básica sobre cómo funciona el proceso. Definir objetivos de mejora y confirmar la existencia de un sistema de medición adecuado.

Analizar

Determinar qué parámetros del proceso o entradas, tienen un mayor efecto sobre los resultados de proceso.

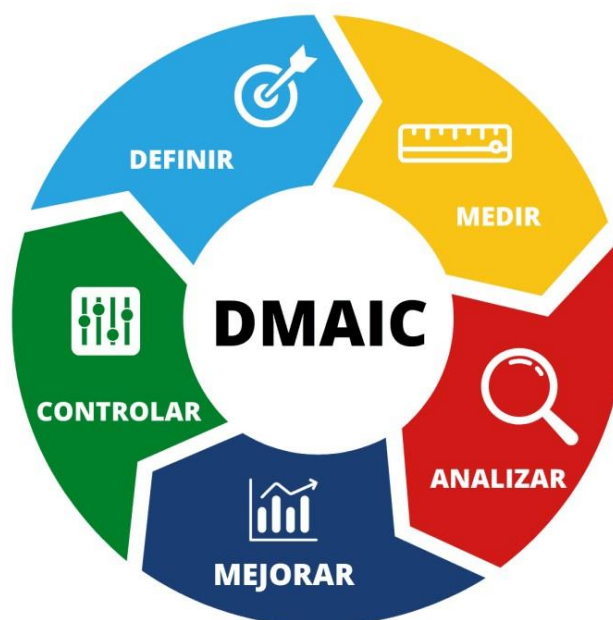
Mejorar

Identificar oportunidades de mejora, justificadas con información sobre cómo estas mejoras ayudarán a lograr los objetivos del proyecto.

Controlar

Implementar las soluciones seleccionadas y asegurar que estén arraigadas en el proceso.

Ilustración N°3: Fases de la metodología DMAIC.



Fuente: <https://blog.mudanai.org/kaizen-mejora-continua/calidad/dmaic-que-es-y-cuales-son-sus-pasos/>.

Six Sigma

Se refiere a una serie de estrategias se centra en la reducción de los defectos de los productos o servicios que brindan las empresas. Los programas de Six Sigma obtienen estos resultados, reduciendo la variabilidad de los procesos que causan defectos porque cada paso o actividad de una empresa tiene la posibilidad de que ocurran defectos. Six Sigma dice que las variaciones pueden generar disminución del nivel calidad, el objetivo de la estrategia se centra en la problemática relacionada con la variabilidad en los productos y servicios.

En una distribución normal o campana de Gauss, 6 sigma equivale a dos fallas por cada mil millones de oportunidades. Sin embargo, se espera una desviación adicional de 1,5 sigma a lo

largo del tiempo a ambos lados de la media en los procesos de fabricación. Esto reduce el número de errores anticipados hasta un valor equivalente a 4,5 sigma, es decir, 3,4 errores por millón de oportunidades.

Las principales herramientas analíticas utilizadas por la estrategia Six Sigma:






- Histogramas
- Diagramas de Pareto
- Diagramas de flujos
- Diagramas de causas y efectos
- Gráficas de control

Diagrama de Flujo

Una definición importante de que es un diagrama de flujo es la representación lógica y ordenada de las tareas o actividades que se van a realizar dentro de un proceso, las etapas del proceso deben tener relación entre cada una de ellas tienen que ir orientadas a una misma finalidad hacer más eficiente el flujo de las relaciones de trabajo (Fernández-y-Fernández, 2015)

Los diagramas de flujo son conocidos como uno de los elementos más importantes en toda empresa porque registran de manera clara y lógica los diferentes procedimientos que se realizan en una organización, lo que aumenta la eficiencia y la eficacia.

Ilustración N°4: Simbología para elaboración del diagrama de flujo.

	Símbolo	Función
Líneas de flujo		Conectan los pasos, etapas, decisiones y otros elementos que intervienen en los diagramas
Decisión		Se usan para indicar las elecciones y decisiones realizadas.
Datos		Ofrecen información nueva, de interés o de gran valor para el desarrollo del proceso respresentado.
Actividad		Indican las acciones que se transforman en datos que dan continuidad al proceso.
Inicio / final		Se utiliza cada vez que se indica el problema/ solución en el diagrama de flujo macando el inicio y cierre de mismo.

Fuente: <https://blog.mudanai.org/kaizen-mejora-continua/calidad/dmaic-que-es-y-cuales-son-sus-pasos/>.

Estudio de tiempos

Según Niebel, B. W. (2018). Define el estudio del tiempo como "la técnica utilizada para establecer un tiempo predeterminado estándar permitido para realizar una tarea basada en la medición del trabajo necesario utilizando métodos prescritos.

El estudio de tiempos es una técnica para analizar y medir el tiempo necesario para finalizar una tarea o una serie de tareas en un proceso. Esta técnica se utiliza para determinar estándares de tiempo, localizar áreas de mejora y ayudar en la planificación y asignación de recursos.

Ilustración N°5: Estudio de tiempo

Fuente: Heizer, J., Render, B. (2004). Principios de administración de operaciones. Pearson Educación.

Análisis FODA

el análisis FODA es una herramienta estratégica implementada para evaluar los factores internos y externos que afectan a una organización. La finalidad de realizar un análisis FODA es comprender la situación actual de una organización y desarrollar estrategias efectivas para lograr sus objetivos.

Ilustración N°6: Análisis FODA



Fuente: Heizer, J., Render, B. (2004). Principios de administración de operaciones. Pearson Educación.

Métricas de Control

Niven, P. (2019) define las métricas de control como "medidas específicas y cuantificables que se utilizan para evaluar el rendimiento de una organización, departamento o proceso en función de los objetivos establecidos". El mismo autor resalta la relevancia de seleccionar métricas que sean relevantes, precisas y accionables.

Indicadores de control

Los indicadores de control son una herramienta fundamental en la gestión empresarial, ya que permiten evaluar el desempeño de una organización y tomar decisiones estratégicas con base en datos concretos y objetivos, y según Gutiérrez y Ramírez (2019), los indicadores de control son "medidas cuantitativas que ofrecen información relevante sobre la eficiencia, eficacia y rentabilidad de una empresa". (p.44)

En la actualidad, con la creciente competencia y la rapidez con la que cambian las condiciones del mercado, es crucial para las empresas contar con indicadores que les permitan monitorear su desempeño y tomar decisiones informadas. Según García et al. (2020), "los indicadores de

control son una herramienta clave para medir la eficacia de las estrategias empresariales y corregir desviaciones en tiempo real". (p.61)

Es importante destacar que los indicadores de control deben ser relevantes, confiables y oportunos para ser efectivos en la toma de decisiones, según Ruiz et al. (2023), "la calidad de la información es fundamental para que los indicadores de control sean útiles, por lo que es importante contar con sistemas de información robustos y actualizados que permitan recopilar y analizar los datos de forma precisa". (p.187)

2.3. Marco conceptual referente al impacto del proyecto

Corto y mediano plazo

Operaciones portuarias

Las operaciones portuarias son un aspecto fundamental en el funcionamiento de los puertos y en la cadena logística global, según Pérez (2018), "las operaciones portuarias abarcan todas las actividades relacionadas con la recepción, estiba, descarga, almacenamiento y embarque de mercancías en el puerto". (p.38) Estas operaciones son cruciales para garantizar la eficiencia en el movimiento de mercancías, la seguridad de las operaciones y la fluidez en la cadena de suministro.

En este sentido, Gómez (2019) "destaca la importancia de la planificación en las operaciones portuarias". (p.111), la planificación eficiente de las operaciones permite optimizar el uso de los

recursos, minimizar los tiempos de espera de los buques y camiones, y reducir los costos logísticos.

Además, la planificación en las operaciones portuarias contribuye a la mejora en la prestación de servicios a los usuarios y al cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad. Por su parte, Ramírez (2020) hace hincapié en “la necesidad de tecnologías innovadoras en las operaciones portuarias”. (p.33) La implementación de sistemas de información en tiempo real, automatización de procesos y uso de herramientas tecnológicas avanzadas son clave para incrementar la eficiencia en las operaciones portuarias, reducir los tiempos de espera y minimizar los errores en la manipulación de las mercancías.

Largo plazo

Modelos de Gestión Portuaria

Los modelos de gestión portuaria son fundamentales para el correcto funcionamiento de los puertos y la eficiencia en el transporte marítimo, estos modelos establecen las estrategias, políticas y procedimientos que deben seguirse para optimizar la operación portuaria, garantizando la seguridad de las mercancías y la fluidez en las operaciones.

Según Pérez (2018), “los modelos de gestión portuaria son sistemas que integran la planificación, organización, dirección y control de todas las actividades portuarias”. (p.236) Estos modelos permiten la optimización de los recursos humanos, tecnológicos y financieros, así como la mejora continua de la infraestructura portuaria para adaptarse a las nuevas demandas

del comercio internacional. Por su parte, Gómez (2019) destaca que “los modelos de gestión portuaria pueden variar según las características y necesidades de cada puerto”. (p.76)

Algunos puertos pueden optar por un modelo de gestión público, donde el Estado es el responsable de la administración y operación del puerto; mientras que otros puertos pueden optar por un modelo de gestión privada, donde empresas especializadas se encargan de la gestión portuaria. De acuerdo con Ramírez (2020), “los modelos de gestión portuaria también pueden incluir la participación de actores públicos y privados a través de asociaciones público-privadas”. (p.93)

Desarrollo Portuario

El Desarrollo Portuario es un concepto que ha cobrado gran relevancia en la actualidad, especialmente en un mundo globalizado donde el comercio internacional juega un papel fundamental en la economía de los países. En este sentido, Lleras (2018) “sostiene que el Desarrollo Portuario es un proceso complejo que involucra la modernización de los puertos para adaptarlos a las nuevas tecnologías y a las exigencias del comercio internacional”. (p.41)

Esto implica no solo la ampliación de las instalaciones portuarias, sino también la implementación de sistemas de gestión eficientes que permitan agilizar el flujo de mercancías y reducir los tiempos de espera de los buques. Por su parte, Gutiérrez (2019) “destaca la importancia de promover la sostenibilidad en el Desarrollo Portuario, incorporando prácticas ambientales y sociales responsables que contribuyan al cuidado del entorno y al bienestar de las comunidades aledañas a los puertos”. (p.33)

Por otro lado, Pérez (2022) destaca “la importancia de la planificación estratégica en el Desarrollo Portuario” (p.33). La definición de objetivos claros, la identificación de las necesidades de inversión y la evaluación de los riesgos son aspectos fundamentales para garantizar el éxito de los proyectos portuarios. Asimismo, la colaboración público-privada y la participación de los diferentes actores del sector son clave para asegurar una gestión eficiente y transparente de los puertos.

La mejora de la conectividad terrestre y marítima, la reducción de los costos logísticos y la mejora de las operaciones portuarias son elementos clave para atraer a las navieras y aumentar la actividad portuaria. Asimismo, la promoción de la formación y capacitación del talento humano en el sector portuario contribuye a potenciar la competitividad y la sostenibilidad a largo plazo.

2.4. Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes

Institución Costarricense de Puertos del Pacífico

En el Instituto Costarricense de puertos del pacifico no existen antecedentes o experiencias en el tema relacionadas con el tema, debido a que la necesidad de realizar una mejora en los indicadores de operaciones en puerto Caldera es tema reciente, que le compete a la administración actual resolver.

Ámbito nacional

En la investigación realizada, no se han encontrar proyectos similares o con un objetivo similar, que sean conocimiento público en alguna institución del estado o empresa privada. En el

momento de la realización de este proyecto, no es de conocimiento público, alguna institución o empresa a nivel nacional se ha visto en la necesidad de realizar un proyecto de este tema o similares.

3. CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología para la definición del problema

Para esta etapa del proyecto, se planteó como objetivo el definir las principales afectaciones en el proceso de carga y descarga de mercadería, como primer paso para cumplir este objetivo se planea el realizar un análisis detallado de las operaciones en el puerto para seguidamente realizar un diagnóstico de la situación actual en el puerto y diagrama de flujo, para lograr establecer las principales afectaciones en las operaciones.

Tabla N°1: Metodología para la definición del problema.

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazo	Responsable
Definir principales afectaciones en el proceso de carga y descarga de contenedores, realizando un diagnóstico de la situación actual del puerto y	Realizar Inspecciones de campo analizar datos actuales e históricos.	Diagrama de flujo	Realizar un diagrama de flujo para obtener el diagnóstico de la situación actual del puerto, sus operaciones para así determinar las principales	15 al 19 de enero para un total de 4 días.	El estudiante a cargo del proyecto: Ricardo Avila

realizar un diagrama de flujo.			afectaciones del proceso.		
--------------------------------	--	--	---------------------------	--	--

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto

Una vez definido y establecido el proceso a analizar, el siguiente paso es la medición, determinar las principales afectaciones de las operaciones. La etapa de medir de la metodología DMAIC, tiene con función principal el recopilar y procesar toda la información cualitativa necesaria del tema de estudio. Con el objetivo de establecer un diagnóstico preciso y organizado del problema de este proyecto. A continuación, se presentarán las herramientas que respaldan el proyecto en relación con las variables cualitativas que afectan el proceso definido. Se utilizaron varias herramientas para medir la situación actual del proceso.

Tabla N°2: Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto.

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazo	Responsable
Medir variables relevantes relacionadas	Realizar Inspecciones estudio de	Estudio de tiempos.	Determinar el tiempo que se requiere completar el	5 al 9 de febrero para	El estudiante a cargo del proyecto: Ricardo Avila

al proceso realizando estudio de tiempos.	tiempos y análisis datos.		proceso de carga y descarga de contenedores	de un total de 4 días.	
---	---------------------------	--	---	------------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

En esta fase del proyecto corresponde a la etapa de análisis de la metodología DMAIC, en este punto con el proceso ya definido y sus afectaciones, además sus variables ya medidas se procede analizar los indicadores actuales de operaciones portuarios para determinar debilidades y fortalezas. Esto tiene como función determinar por qué los indicadores de operaciones portuarios que utiliza la administración del INCOP no funcionan y porque se ha generado una pérdida de calidad en los servicios brindados.

Tabla N°3: Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazo	Responsable
Analizar los indicadores actuales de	Realizar entrevistas con el	Análisis FODA	Definir las principales fortalezas y	15 al 22 de febrero	El estudiante a cargo del

servicios portuarios para determinar las debilidades realizando un análisis FODA	personal encargado del cálculo de los indicadores para obtener información necesaria para elaborar el análisis FODA		debilidades de los indicadores de servicios portuarios actuales y a partir de ahí comenzar con la elaboración de la propuesta de mejora.	para un total de 4 días.	proyecto: Ricardo Avila
--	---	--	--	--------------------------	----------------------------

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Metodología para la implementación del proyecto

Para esta sección del proyecto se llevará a cabo el planteamiento de la propuesta de mejora.

Esta etapa de la metodología de DMAIC corresponde a mejorar o mejorar, se analizarán todos los resultados de la fase anterior para la elaboración de la propuesta de mejora.

Tabla N°4: Metodología para la implementación del proyecto.

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazo	Responsable
Diseñar un plan de indicadores	Procesar toda la información obtenida en	Indicadores de control	Medir el desempeño real en la	4 al 10 de marzo	El estudiante a cargo del

que se ajusten a las necesidades y capacidades del puerto de Caldera.	fases anteriores para empezar con la elaboración del sistema de indicadores		forma en que se controla las operaciones del puerto en el puerto de Caldera.	para un total de 4 días.	proyecto: Ricardo Avila
	Investigación de normativas nacionales e internacionales relacionados a los puertos para obtener referencias.				

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.

Parte de importante de realizar mejoras en un proceso u operación en una empresa o institución, es la capacidad de mantener los resultados a lo largo del tiempo, en esta sección se basa en la definición de las herramientas y el cómo se logrará mantener los buenos resultado a través del

tiempo. En esta fase equivale a etapa de control del DMAIC, por lo cual se procederá determinar las herramientas para controlar los resultados de la propuesta de mejora.

Tabla N°5: Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de los resultados.

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazo	Responsable
Controlar el sistema de indicadores para que cumplan su función y perduren en el tiempo elaborando un dashboard.	Creación de un panel de control o dashboard para los indicadores,	Dashboard manual explicativo o guía del sistema de indicadores	Realizar un dashboard con los resultados de los indicadores con su respectiva guía	15 al 20 de marzo para un total de 4 días	El estudiante a cargo del proyecto: Ricardo Avila

Fuente: Elaboración propia.

4. CAPÍTULO IV. LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

4.1.Etapa definir

Para esta sección se realizará la determinación de las principales afectaciones que intervienen en el proceso de carga y descarga de contenedores en el puerto de Caldera. En una primera etapa, se realizará un diagnóstico de la situación actual del puerto, posteriormente se complementará con un diagrama de flujo para tener un mejor entendimiento de las operaciones del puerto, para así concluir la etapa de la metodología DMAIC.

4.1.1. Diagnóstico de la situación actual del puerto

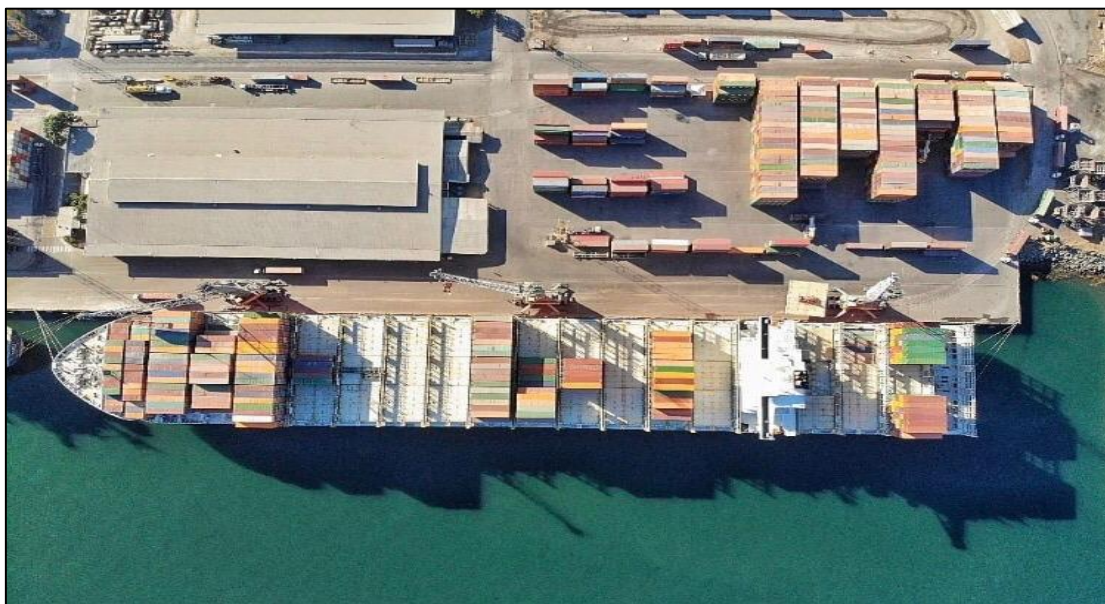
Puerto Caldera se encuentra en el Pacífico Central del país, su ubicación es estratégica debido a su proximidad a la frontera norte y sur del país. La ruta nacional 27 conecta el puerto con San José, que se encuentra a una distancia de 76 km. Por el puerto de Caldera se atienden en promedio 600 embarcaciones por año, de los cuales 360 son del tipo portacontenedores, este tipo de buque representa más del 50% del total. Además, en el puerto estas embarcaciones tienen prioridad de atraque.

Las embarcaciones portacontenedores que arriban al puerto de Caldera presentan las siguientes características:

- Capacidad en Toneladas entre 10.000 y 30.000 toneladas.
- Capacidad máxima 2.200 TEUS.
- longitud entre 170m y 210 m.

- fondo que van desde los 7,5m hasta los 10,5m dependiendo del peso de los contenedores abordo.

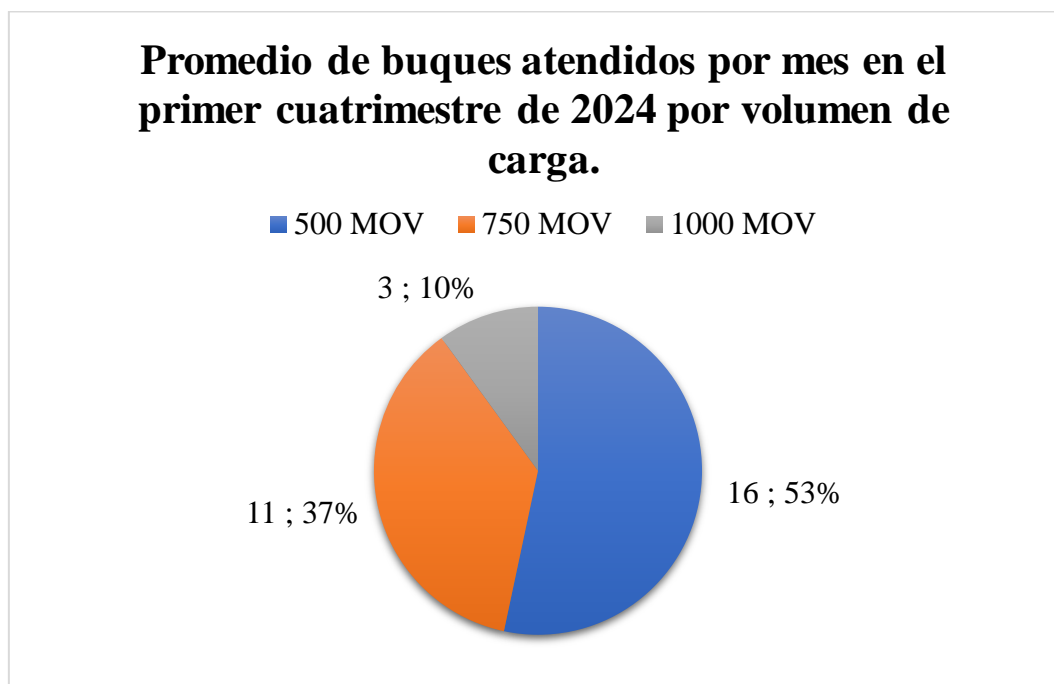
Ilustración N°7: Buques portacontenedores que atracan en el puerto de Caldera.



Fuente: Administración de INCOP.

- Cada buque realiza entre 500, 750 y 1000 movimientos por operación.
- La distribución de la carga es 56% importación y 44% de exportación, de la carga total el 90% es carga común y el 10% es carga refrigerada.
- Mensualmente se atienden en promedio 30 buques portacontenedores.

Gráfico N°1: Promedio de buques atendidos por mes en el primer cuatrimestre de 2024 por volumen de carga.



Fuente: elaboración propia

En el puerto de caldera a partir del 2015, se atienden en promedio mensualmente 30 buques portacontenedores, los más representativos son los que realizan 500 movimientos que equivalen a 16, los 750 y 1000 movimientos representan un 11 y 3 respectivamente.

4.2. Determinación de las afectaciones en el proceso de carga y descarga de mercadería

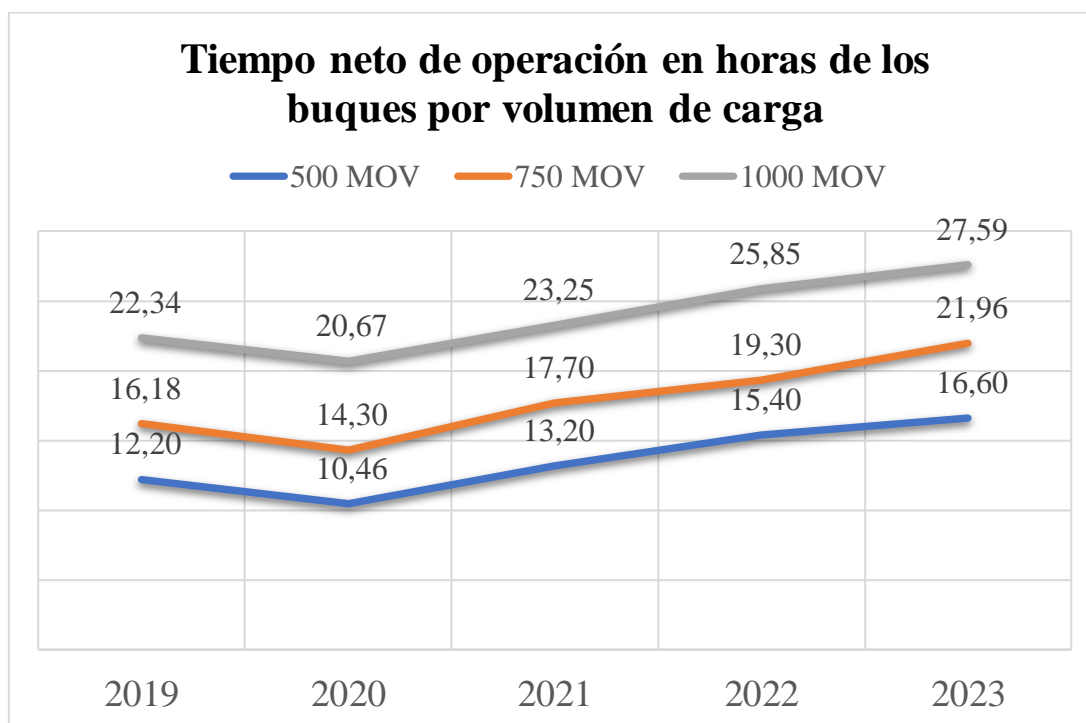
En esta sección del proyecto se procederá a validar los resultados obtenidos en la auditoría realizada en el Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico en el 2023.

Crecimiento de tiempos de operación

Como primer paso para este diagnóstico, se procederá a cuantificar cuanto a aumentado los tiempos de operación de los buques portacontenedores que atraquen en el puerto, para esto se toma los registros de los últimos 5 años y utilizando como población los buques que descarguen realicen 500, 750 y 1000 movimientos. Esta cantidad de movimientos son el estándar en el puerto de caldera.

A continuación, se observa un gráfico donde se muestran los promedios de tiempos de operación por año en horas.

Gráfico N°2: Comportamiento del tiempo neto de operación en horas en puerto Caldera.



Fuente: Elaboración Propia.

Analizando el gráfico anterior se observa el crecimiento del tiempo neto de operación, para el año 2020 se presenta el menor tiempo de operación debido a la pandemia a partir de dicho año se obtiene aumentos por 3 años consecutivos en los 3 volúmenes de carga principales. Desde el 2019 hasta el 2023 los tiempos de operación han aumentado en promedio 5 horas en los 3 volúmenes de carga que se trabajan en el puerto de Caldera.

Saturación de los patios de almacenamiento

El puerto dentro de las instalaciones cuenta con 7 patios, aunque solo se utilizan 3 para el almacenamiento de la carga de contenedores, los patios 1,2,3,4 para carga de contenedores habitual, patio 3 se almacena carga de exportación y patio 4 contenedores vacíos, patio 6 se almacena los contenedores con carga que necesitan refrigeración, es este patio se encuentran estaciones enérgicas para conectar los contenedores y mantenerlos bajo refrigeración, para todos estos patios se mantiene 2 reachtaker (tipo de montacargas utilizados para el acomodo de los contenedores dentro del puerto) para apilar los contenedores. Los demás patios se utilizan para el resguardo de la maquinaria y equipo del puerto (patio 7) y de los vehículos importados (patio 5).

Los patios 1,2,6 almacenamiento de la carga de importación, tienen las siguientes capacidades de almacenamiento en TEUS:

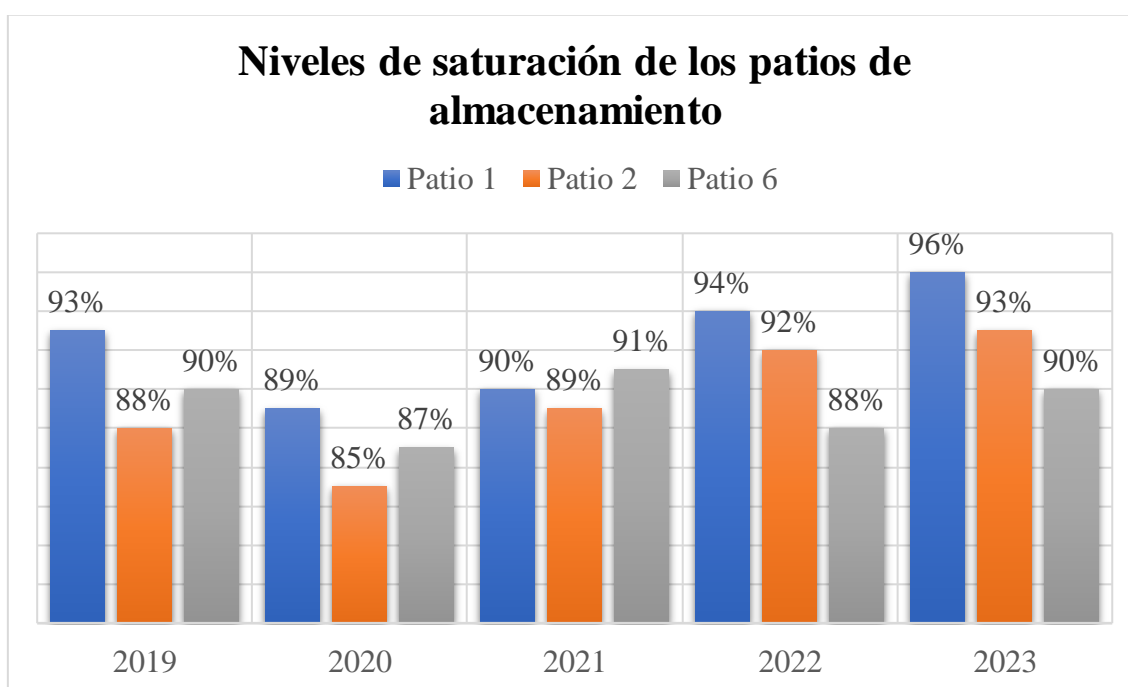
Tabla N°6: capacidades de los patios de almacenamiento de carga importación

Patio 1	Patio 2	Patio 6	Total, carga de Importación
1050 TEUS	1000 TEUS	850 TEUS	2900 TEUS

Fuente: elaboración propia.

En seguida se muestra un gráfico con los niveles de saturación de los patios de almacenamiento de la carga de los últimos 5 años.

Gráfico N°3: Comportamiento de los niveles de saturación de los patios de almacenamiento en puerto Caldera.



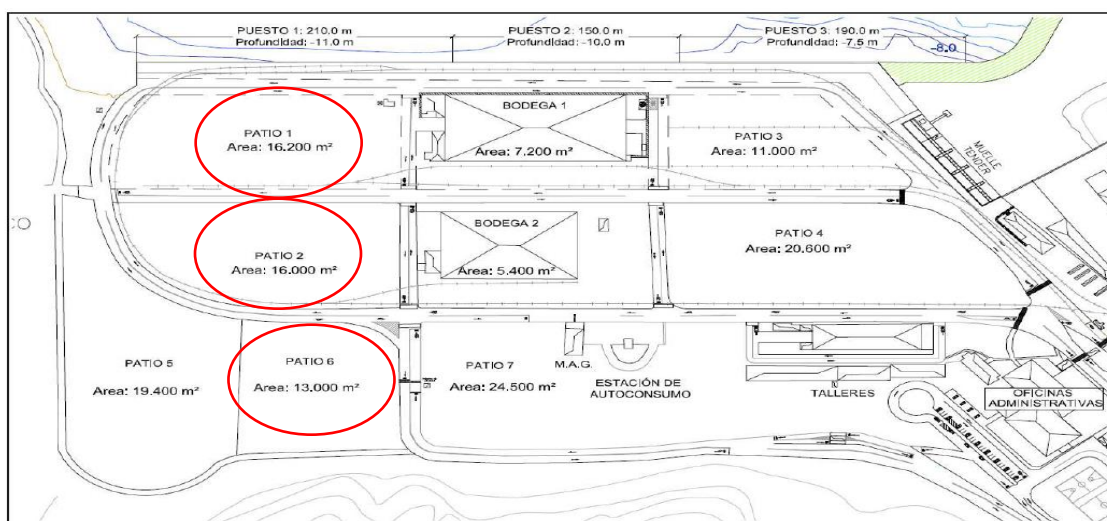
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior los patios del puerto se encuentran cercano al máximo de sus capacidades. Aspectos relevantes de los patios de almacenamiento, los patios 1 y 2 se almacenan contenedores llenos y recién descargados de la embarcación, en el patio 3 están los contenedores de exportación, el patio 4 almacena contenedores vacíos y en el patio 6 los contenedores con carga refrigerada.

La administración ha tomado como medida en el 2022, apilar los contenedores en columnas de hasta 4 contenedores, para maximizar las capacidades de los patios, teniendo en cuenta que los patios no están diseñados para aguantar el peso de 4 contenedores.

A continuación, para obtener una mejor comprensión de las instalaciones del puerto se presenta una ilustración de las áreas del puerto.

Ilustración N°8: Áreas del puerto de Caldera.



Fuente: Administración del INCOP.

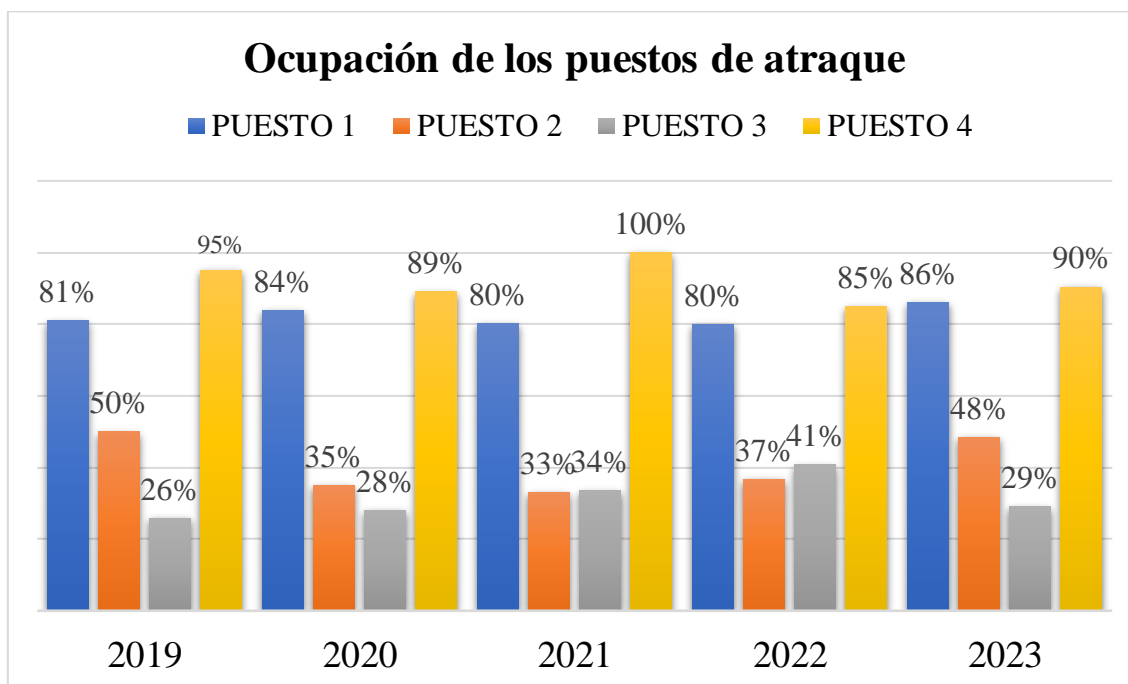
4.3. Consecuencias de las afectaciones

Crecimiento en la ocupación del puerto

Como resultado de las afectaciones se obtiene que el puerto presente una alta ocupación en sus puestos de atraque. Parte importante del puerto son los puestos de atraque, que es el lugar donde se llevan a cabo las operaciones en el puerto. El puerto de Caldera cuenta por cuatro puestos de atraque, los cuales fueron diseñados y construidos con diferentes longitudes y profundidades.

Seguidamente se muestra un gráfico de la tasa de ocupación que ha tenido los puestos de atraque durante los últimos 5 años.

Gráfico N°4: Tasa de Ocupación por puesto.



Fuente: Elaboración propia.

Al observar la tabla anterior, se tiene que los puestos de mayor ocupación son 1 y 4, esto se debe a que en el puesto 1 se trabajan buques portacontenedores y embarcaciones con carga vehicular y en el puesto 4 únicamente buques de carga de granel, debido a que la longitud y profundidad son mayores a la de los demás puestos, en los puestos de atraque 2 y 3 frecuentemente son ocupados por una sola embarcación, debido sus dimensiones, lo que deja al puerto solamente 2 puestos de atraque.

En los primeros 4 meses de este año, se tiene que la ocupación en los puestos de atraque es:

Tabla N°7: Ocupación de los puestos de atraque en el primer cuatrimestre de 2024.

Puesto 1	Puesto 2	Puesto 3	Puesto 4
100%	75%	33%	95%

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, para un mejor entendimiento, se muestra una imagen reciente del puerto de Caldera, de los puestos de atraque y las medidas correspondientes.

Ilustración N°9: Puestos de atraque con sus respectivas dimensiones.



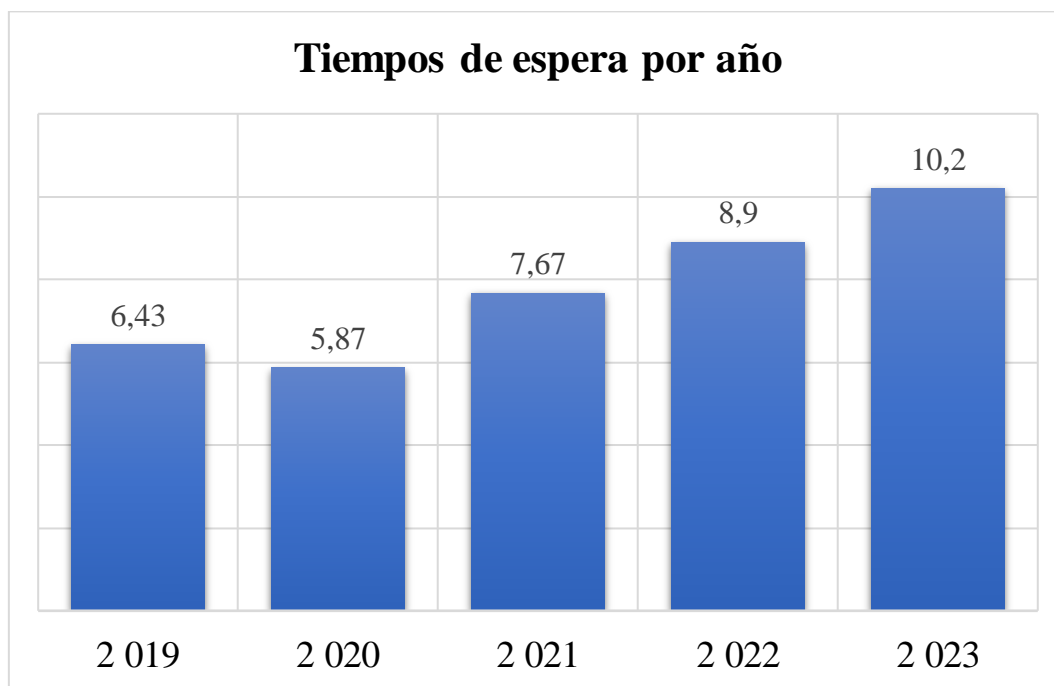
Fuente: Administración del INCOP.

Crecimiento en los tiempos de espera

Estos niveles de saturación en el puerto provocan que los tiempos de operación se incrementen y que los tiempos de espera para que los buques para atracar en el puerto aumenten considerablemente, generando molestia entre los clientes, pérdida de recaladas y aumento de los

costos de los productos de los consumidores y casos extremos desabastecimiento a nivel nacional.

Gráfico N°5: Comportamiento del tiempo de espera en puerto Caldera.



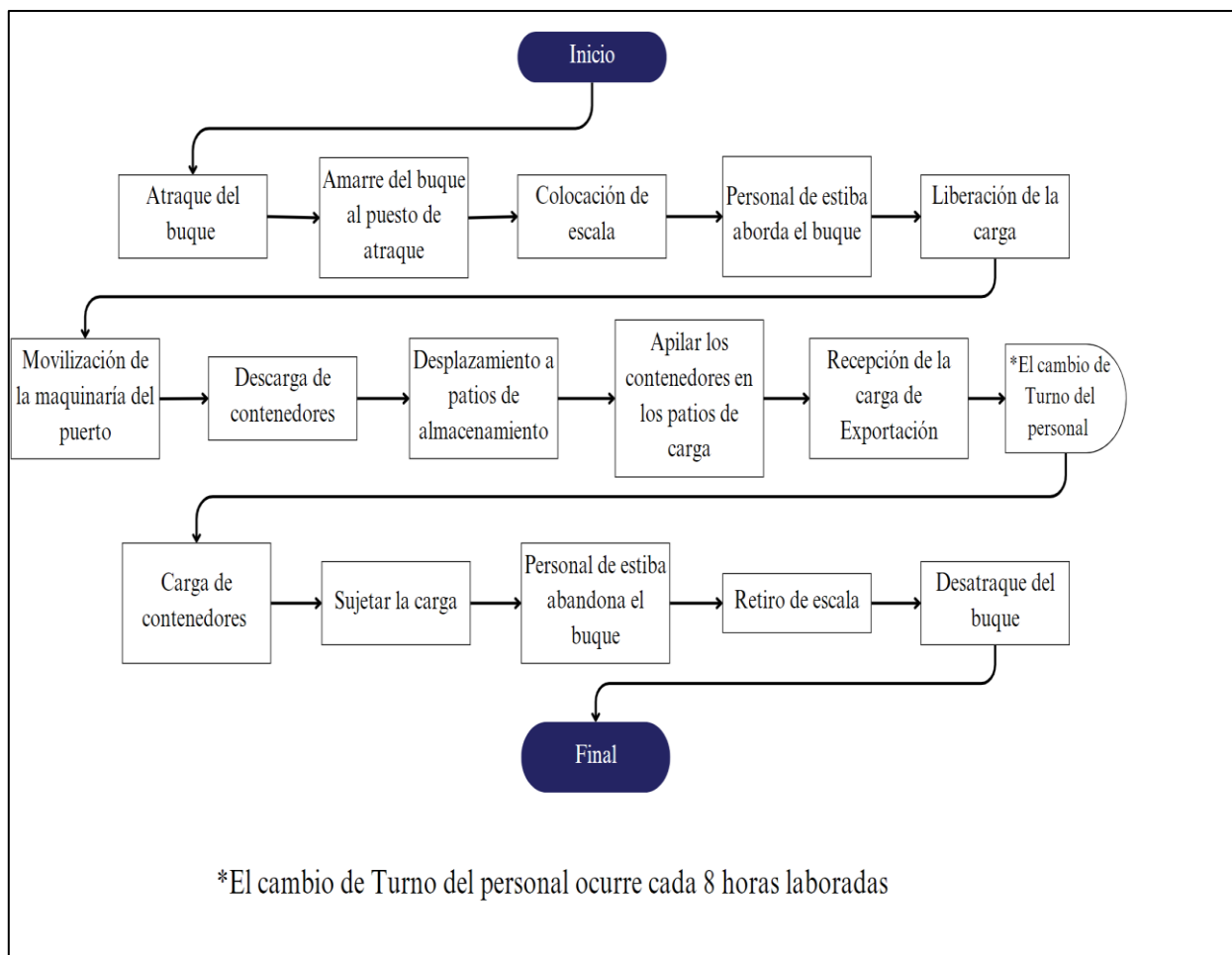
Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en la gráfica anterior los tiempos de espera presentan un aumento progresivo a través de los años en promedio un crecimiento interanual de un 10%, en el periodo del 2020 la espera se redujo debido a los efectos de la pandemia, que genero una disminución en la cantidad de buques que se atendieron en el puerto. Observando los años posterior a la pandemia los tiempos de espera han tenido un aumento sostenido, generando que al 2024 el tiempo de espera alcance las 10 horas de espera por buque.

4.4. Diagrama de Flujo

A continuación, muestra el proceso de carga y descarga de contenedores

Ilustración N°10: Diagrama de Flujo de las operaciones en puerto Caldera.



Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, se presentan aspectos relevantes relacionados al proceso de carga y descarga de contenedores

1. Atraque del buque, la nave arriba al puerto asistido por un remolcador, por normativas de seguridad, el buque debe atracar y desatraque con la asistencia de un remolcador.

2. Amarre del buque al puesto de atraque y colocación de escala (rampa de acceso a la nave) e ingreso del personal de estiba a la nave para liberar la carga.
3. En el puerto se moviliza la maquinaria para la operación, la cual se transporta desde el patio 7 o el puesto de atraque 1 o 2.
4. En la descarga se utilizan 3 grúas, que comúnmente son 2 de las grúas del puerto y una de buque, si la es carga común se traslada al patio 1 y 2, en caso de necesitar refrigeración se moviliza al patio 6.
5. Una vez la carga se encuentra en los patios 1 y 2, se utilizan 2 reachtaker y en el patio de carga refrigerada 1, los contenedores se apilan en filas de 4.
6. Una vez finaliza con la descarga se procede con la carga de contenedores, cuando la operación concluye el buque se desatraca con la ayuda del remolcador.
7. Las demoras que afectan las operaciones en el puerto de Caldera pueden ocurrir en cualquier momento de la operación, son imprevistas y dependiendo de la gravedad del problema puede tardar más o menos tiempo de resolver.
8. Demoras del puerto: se refiere a demoras relacionadas con la maquinaria o infraestructura del puerto.

9. Demoras del buque: son todas las demoras que ocurren dentro del buque, fallos mecánicos de las grúas del buque o contenedores en mal estado.
10. Demoras del importador: son demoras que presenta la carga, ligadas a tramites con autoridades nacionales.
11. Demoras ambientales: son todas las demoras relacionadas a las condiciones climáticas.

4.5. Conclusiones de la etapa definir

Se obtiene como resultado que las principales afectaciones el puerto de Caldera son el aumento de los tiempos de operación y la saturación de los patios de carga. El puerto tiene un nivel elevado de saturación el cual ha ido en aumento cuando se analizan los últimos 5, en los patios de almacenamiento de la carga de contenedores se encuentran a una capacidad por encima del 90%, los tiempos de operación en promedio aumento en 5 horas por buque atendido. Estos niveles de saturación provocan que la ocupación general del puerto se 80% (promedio de la ocupación de todos los puestos de atraque) del tiempo disponible y por consiguiente los tiempos de espera para la atención de cada buque aumenten como consecuencia.

4.6. Etapa Medir

En esta sección se realizará la medición de las principales afectaciones que intervienen en el proceso de carga y descarga de contenedores en el puerto de Caldera. En esta etapa, se realizará un estudio de tiempo del proceso como herramienta, y así concluir con la etapa de medición de la metodología DMAIC.

4.7. Estudio de Tiempos

A continuación, se presenta un estudio de tiempo de la operación de carga y descarga de contenedores, dichos tiempos fueron tomados de este último cuatrimestre del 2023 y obtenidos de buques que realizan 500, 750 y 1000 movimientos los cuales son los principales volúmenes de carga que atracan en el puerto de Caldera. Para la realización del estudio se analizaron la totalidad de los buques atendidos en ese periodo, que fueron 120 en total. (30 buques atendidos en cada mes)

Tabla N°8: Tiempos de operación por buques de cada volumen de carga último cuatrimestre del 2023.

Totales	Volumen de Carga		
	500 MOV	750 MOV	1000 MOV
Tiempos de demora	207,92	277,02	337,72
Tiempo total de estadía del buque	1 248,74	1 713,75	2 170,36
Tiempo total en horas	20,81	28,56	36,17
Tiempo Neto de Operación en horas	18,35	25,28	32,21

Fuente: Elaboración propia.

Para el último cuatrimestre del 2023 se tiene que los tiempos de operación neto han aumentado en 1,75 horas para los buques de 500 MOV, para 750 MOV 3,32 horas y 4,62 horas para los buques de 1000 MOV en comparación con los tiempos obtenidos en el 2023, el aumento del tiempo neto de operación creció en 3,23 horas en promedio.

Seguidamente se muestra una tabla con el estudio de tiempo detallado de las operaciones en el puerto de Caldera.

Tabla N°9: Estudio de tiempo de las operaciones por buque en el puerto de Caldera.

Secuencia	Actividades	Tiempo en Minutos			Observaciones
		500 MOV	750 MOV	1000 MOV	
1	Atraque del buque	50,00	50,00	50,00	El buque arriba al puerto con ayuda de un remolcador.
2	Amarre del buque al puesto de atraque	10,00	10,00	10,00	
3	Colocación de escala	7,00	7,00	7,00	
4	Personal de estiba aborda el buque	5,00	5,00	5,00	
5	Liberar la carga de importación	60,00	80,00	100,00	Los tiempos aumentan dependiendo del volumen de carga
6	Movilización de la maquinaria del puerto	10,00	10,00	10,00	La maquinaria debe recorrer 100 metros del patio 7 a los puestos de atraque.
7	Descarga de contenedores de importación	381,82	572,73	763,64	Los buques portacontenedores se trabajan con 3 grúas, con un rendimiento total de 44 mov/h (2 grúas móviles a 17 y una de buque a 10 mov/h)
8	Carga Refrigerada Transporte a patio 6	32,40	48,60	64,80	Se disponen de 3 camiones por cada grúa en operación 9 en total (3 grúas) la distribución de la carga es 90% carga común y 10% carga refrigerada. El tiempo de desplazamiento por contenedor es 1,2 minutos para carga refrigerada y 1 minuto carga común.
9	Carga Común Transporte a patio 1 o 2	243,00	364,50	486,00	
10	Apilar los contenedores en los patios de carga	278,10	417,15	556,20	2 reachtaker apilan en filas de 4 contenedores. Cada contenedor tarda 1,30 minutos. Hasta este punto concluye la descarga.
11	Cambio de Turno	60,00	80,00	100,00	El personal de estiba cambia de turno cada 8 horas laboradas demora 20 minutos
12	Recepción de la carga de exportación	50,00	50,00	50,00	Finalizada la descarga, se procede a la carga de contenedores al buque, primero la descarga y luego la carga se mantiene el mismo rendimiento que en la descarga
13	Carga de contenedores de exportación	300,00	450,00	600,00	
14	Sujetar la carga de exportación	45,00	60,00	75,00	Los tiempos aumentan dependiendo del volumen de carga
15	Personal de estiba abandona el buque	5,00	5,00	5,00	
16	Retiro de escala	7,00	7,00	7,00	
17	Desatraque del Buque	50,00	50,00	50,00	El buque sale del puerto con ayuda de un remolcador
Σ	Tiempos de Demora	207,92	277,02	337,72	Los tiempos de demora pueden aparecer en cualquier etapa de la operación y los tiempos son variables. Estos resultados son promedios obtenidos en el primer cuatrimestre de 2024
	Tiempo total de Estadía del buque	1 248,74	1 713,75	2 170,36	
	Tiempo total en horas	20,81	28,56	36,17	
	Tiempo Neto de Operación	18,35	25,28	32,21	

Fuente: Elaboración propia.

Realizado el estudio de tiempo se obtiene que para este 2024 el tiempo neto de operaciones es de 13 horas para buques con 500 movimientos, 18 horas para 750 movimiento y 22 horas para 1000 movimientos, aunque solo se tiene 4 meses del presente año.

Al observar la tabla anterior se presenta un rubro llamado tiempo de demora, es la sumatoria de las distintas variedades que se pueden presentar en las operaciones. A continuación, se presenta la distribución de los tiempos de demora

Tabla N°10: Tiempos de demora por tipo en el último cuatrimestre del 2023.

	Promedio de tiempo de demoras (Minutos)				
	Ambientales	Puerto	Buque	Importador	Total
500 MOV	83,17	62,38	31,19	31,19	207,92
750 MOV	110,81	83,11	41,55	41,55	277,02
1000 MOV	136,40	102,30	51,15	51,15	337,72

Fuente: Elaboración propia.

Variables a considerar en el proceso:

1. El tiempo liberar y sujetar la carga de contenedores varía dependiendo del volumen de carga.
2. Para descargar contenedores se utilizan 2 grúas del puerto 1 una del buque esta trabaja a un ritmo inferior a las grúas del puerto.

3. En la carga y descarga de contenedores se puede presentar un escenario donde haya 2 buques portacontenedores trabajando en el puerto en simultaneo, cuando esto ocurre ambos buques trabajan con 2 grúas, una de puerto y una de buque. Esta situación ocurre 2 o 3 veces por semana.
4. Los camiones que transportan los contenedores del puesto de atraque a los patios se desplazan a una velocidad de 30 km/h, así está establecido en las normas de seguridad dentro del puerto.
5. Para el 2024 los niveles saturación de los patios de almacenamiento son:

Tabla N°11: Saturación de los patios de almacenamiento en el primer cuatrimestre de 2024.

Patio 1	Patio 2	Patio 6
85%	80%	89%

Fuente: Elaboración propia.

6. En los patios de almacenamiento se utilizan 2 reachtaker para apilar los contenedores las filas de 4, el tiempo de apilamiento varia en relación a la saturación del patio a mayor saturación más tiempo se tarda en apilar el contenedor.

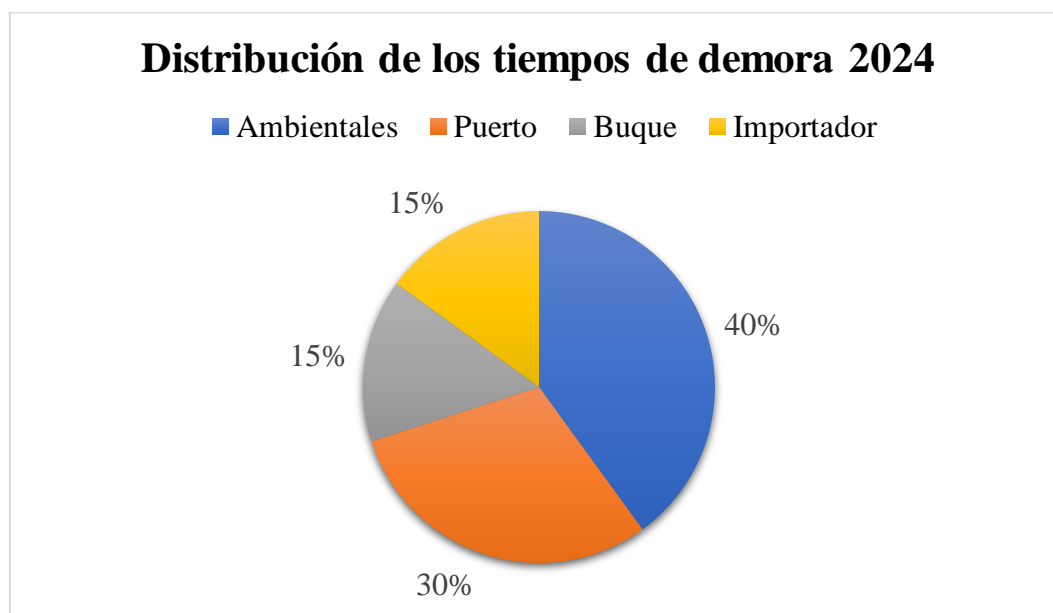
Ilustración N°11: Reachtaker apilando contenedores en los patios de almacenamiento.



Fuente: administración del INCOP.

7. En la carga de contenedores de exportación, se contabiliza el tiempo de desplazamiento del camión desde el patio 3 hasta el puesto de atraque. La carga de exportación debe ser recibida 12 horas antes de la finalización de la operación.
8. Las demoras que puedan llegar a ocurrir en la cualquiera etapa de la operación, el tiempo depende del tipo demora y gravedad. Dichas demoras varían dependiendo del volumen de carga del buque.
9. En condiciones normales en el puerto los tiempos de demora alcanzan 21% del tiempo total de estadía de un buque en el puerto.

Gráfico N°6: Distribución de los tiempos de demora.



Fuente: Elaboración propia.

4.8. Conclusiones de la etapa medir

Se tiene que los tiempos de operación para este 2024 han aumentado en un 12% en comparación con el año 2023 para los 3 tipos de buques con volúmenes de carga que se movilizan en el puerto, aunque solo se toma en cuenta los primeros 4 meses del 2024. Con la afectación relacionada con los niveles de saturación en los patios se obtiene que para el 2023 un nivel de saturación promedio de un 84%, y para el 2024 se obtiene un nivel de saturación del 88% registrando un aumento de un 4% en comparación.

4.9. Etapa de analizar

Para esta sección se realizará un análisis a los indicadores utilizados para el control de las operaciones en el puerto de Caldera. En una primera etapa, se realizará un diagnóstico de los

actuales indicadores y posteriormente se complementará con un análisis FODA para así concluir con esta etapa de la metodología DMAIC.

4.10. Diagnóstico de los indicadores de operaciones portuarios

A continuación, se muestran los indicadores de operaciones portuarias actuales que se emplea la administración en el puerto de Caldera.

Tabla N°12: Indicadores de operaciones actuales de puerto Caldera.

Indicadores de la parte operativa de la descarga de contenedores	
1	Tiempo de espera de un buque en bahía
2	Tiempo atracado de un buque en los puestos de atraque
3	Capacidad máxima de almacenamiento en patios
4	Carga movilizada (toneladas)
5	Contenedores movilizados buque
6	Buques atendidos
7	Tasa de ocupación por puesto

Fuente: administración de INCOP.

Al realizar la debida investigación se concluye que, estos son los indicadores que emplea la administración del INCOP para monitorear la calidad de los servicios brindados en la terminal portuaria de puerto caldera, estos indicadores se han utilizado desde el 2006 y está la fecha no se han realizado ajustes.

Criterios de cumplimiento

La metodología para medir el rendimiento en las operaciones en puerto de Caldera, consiste en comparar los resultados de los indicadores del mes anterior con el mes actual, con base en esta metodología se basan en si un indicador esta cumplimiento o no. Este procedimiento no es adecuado para la industria portuaria, debido a que la demanda para el servicio de carga y descarga de mercancías está estrechamente relacionada con la llegada de buques al puerto la cual es muy variable.

Aspectos clave a mejorar

De la tabla mostrada anteriormente, no pueden considerarse como indicadores, debido a que para su cálculo no se cuentan con criterios de cumplimiento establecidos. Estos son los indicadores que la administración de INCOP emplea en el monitoreo de las operaciones portuarios, estos realmente corresponden a parámetros estadísticos. Además, no se cuenta con indicadores enfocados en reducir la saturación de los patios de almacenamiento, generando que en los años anterior su saturación se encuentre por encima de 90%.

Posteriormente con los resultados de estos parámetros estadísticos, realizan comparaciones entre los promedios mensuales obtenidos en el semestre de análisis contra los promedios mensual registrados durante el mismo mes del año anterior. También se identificó que se realizan comparaciones entre promedios semestrales. Esto solo permite entender cómo ha variado un parámetro de un año a otro de un semestre al siguiente, sin ofrecer una evaluación de la calidad del servicio.

El trabajar con metodología de control genero una pérdida de la calidad de las operaciones portuarias, por cuanto a través de los años los tiempos de operación a las embarcaciones y tiempos en la entrega y recepción de las mercancías han ido en aumento de manera progresiva, logrando la saturación de la terminal portuaria, lo cual es de constante reclamo por parte de los usuarios.

La causa del porque se utilizan estos indicadores, es producto de un limitado control de la concesión por parte de la Administración de INCOP, por cuanto no se aplican suficientes herramientas para monitorear la calidad con que se prestan las. Desde el año 2006 se han empleado estos indicadores y hasta la fecha aún no se han tomado medidas para solucionar este problema.

4.11. Análisis FODA

A continuación, se muestra el análisis FODA realizado a los indicadores empleados en el puerto de Caldera.

Ilustración N°11: Análisis FODA.

Fortalezas
Variedad de Indicadores: El sistema cuenta con una amplia variedad de indicadores que abarcan diferentes áreas y aspectos del desempeño de la organización.
Accesibilidad: Los indicadores son fáciles de comprender para todos los niveles de la organización, lo que facilita su uso en la toma de decisiones.
Actualización Regular: Los indicadores se actualizan periódicamente para reflejar los cambios en el entorno operativo.

Debilidades
Falta de criterios de cumplimiento: los indicadores actuales no presentan un criterio de cumplimiento.
Escasez de indicadores para controlar principales problemáticas del puerto: se cuenta con 1 indicador para las principales afectaciones
Falta de personal para el control de los indicadores: No se cuenta en el personal necesario para llevar el control de todos los indicadores.

Oportunidades
Mejora Continua: Existe la oportunidad de mejorar el sistema mediante la identificación y la incorporación de nuevos indicadores que reflejen mejor las necesidades y prioridades del puerto.
Obtención de resultados mas precisos en las operaciones: Obtener mejores rendimientos en las operaciones con la propuesta de mejora.
Ampliación del alcance: Identificar áreas adicionales donde se pueden aplicar indicadores puede proporcionar nuevas perspectivas y oportunidades para mejorar el rendimiento.

Amenazas
Competencia: La competencia en el mercado podría exigir una mayor atención a ciertos indicadores clave para mantener la ventaja competitiva.
Demanda del mercado: los resultados de los indicadores de operaciones actuales se ven afectados por la cantidad de buques atendidos y la carga movilizada en el puerto.
Cambios Regulatorios: Cambios en las regulaciones o normativas pueden requerir modificaciones en los indicadores existentes o la incorporación de nuevos indicadores para cumplir con los requisitos legales.

Fuente: Elaboración propia.

Consideraciones del Análisis FODA

- Se presenta una gran variedad de indicadores que son de fácil entendimiento para todo el personal del INCOP y también los indicadores son de actualización constante.
- Los indicadores presentan un margen de mejora, que puede resultar en reducciones de tiempos y mayor ingreso para el puerto.

- Los indicadores como punto clave a mejorar es que no presenta criterios cumplimiento hasta la fecha, se han realizado comparaciones mensuales de los resultados de cada indicador con el objetivo de controlar las operaciones.
- La principal amenaza de los indicadores es la demanda del mercado y la competitividad por esto es necesario establecer indicadores adecuados para el puerto de Caldera y así reducir reclamos y evitar la pérdida de clientes.

4.12. Conclusiones de la etapa de análisis

Analizado los indicadores de operaciones utilizados por la administración del INCOP en el puerto Caldera, se puede concluir que no son adecuados para monitorear las operaciones del puerto debido a que todos están relacionados con la demanda, los arribos al puerto y la movilización de carga. Además, la escasez de indicadores para evitar la saturación de los patios de almacenamiento.

5. CAPITULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.

5.1. Etapa de mejora

Con el objetivo de mejorar la eficiencia y reducir el impacto de las principales afectaciones del Puerto de Caldera, se elaboró un plan de mejora, que, en complemento con la propuesta de indicadores, beneficiara la situación actual en el Puerto de Caldera.

A continuación, se presenta una tabla resumen del plan para mejorar la eficiencia del proceso de carga y descarga de mercadería, en el Puerto de Caldera.

Tabla N°13: Plan para la mejora de la eficiencia.

Propuesta	Ejecución
<ul style="list-style-type: none"> • Estandarizar el proceso 	<p>Se propone un ajuste en el proceso de carga y descarga de mercadería, eliminar o cambiar la realización de las actividades de mayor tiempo ejecución que permitan la posibilidad de mejorar, esto para reducir el tiempo de operación.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Documentar el proceso 	<p>Se planea documentar todos los tiempos de las actividades que componen el proceso de carga y descarga de mercadería, con el objetivo de tener un mejor control de la operación</p>

Fuente: Elaboración propia.

5.2. Estandarizar el proceso.

Como se estableció anteriormente para la mejora de mejorar la eficiencia del proceso de carga y descarga de mercadería se planteó el estandarizar el proceso eliminando o cambiando la realización de las actividades. Analizando el diagrama de flujo y el estudio de tiempo que se realizaron anteriormente como parte de elaboración del proyecto se observa que las actividades de mayor tiempo son:

Tabla N°14: Actividades de mayor tiempo dentro del proceso.

Actividades	500 MOV	750 MOV	1000 MOV
Atraque del buque	50,00	50,00	50,00
Movilización de la maquinaria del puerto	10,00	10,00	10,00
Descarga de contenedores	381,82	572,73	763,64
Apilar los contenedores en los patios de carga	278,10	417,15	556,20
Recepción de la carga de exportación	50,00	50,00	50,00
Carga de contenedores	300,00	450,00	600,00
Desatraque del Buque	50,00	50,00	50,00
Tiempo en minutos			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se observan las actividades de mayor tiempo, estas se pueden considerar como las mas relevantes de todo proceso de carga y descarga de mercadería, por lo cual se enfocará en ajustar dichas actividades.

Seguidamente se procederá a detallar los ajustes a las actividades seleccionadas, dichos ajustes se plantean teniendo en cuenta con no representen problemas con las normas de seguridad internas del Puerto de Caldera.

- 1) **Atraque y desatraque:** En estas 2 actividades se propone realizar un ajuste en la ejecución, estableciendo que cada remolcador permanezca en el puerto todo el tiempo, hasta el momento de brindar el servicio de atraque o desatraque. Debido a que anteriormente los remolcadores se encontraban en la bahía. Este cambio reduce el tiempo de esta actividad en 5 - 8 minutos por servicio.

- 2) **Movilización de la maquinaria:** Para esta actividad se planea eliminarla, haciendo que la maquinaria necesaria para la operación se quede de forma permanente en los puestos de atraque en posición de operación, para eliminar el traslado de la maquinaria hacia el patio de almacenamiento. La eliminación de esta actividad reduce en promedio 10 minutos al tiempo de operación.

- 3) **Carga y descarga de contenedores:** Para la mejora de estas actividades se propone implementar un programa de mantenimiento preventivo para reducir el riesgo de fallas y garantizar que todos los componentes de la grúa estén en buen estado además de inspecciones después de cada operación. También un plan de capacitación para el personal operativo de grúas que consiste en: Operación de grúas: cursos y simuladores certificados para practicar habilidades en entornos controlados. Seguridad y Emergencias: capacitación en procedimientos de seguridad y simulacros de emergencias- Manejo de carga y logística: técnicas de optimización del flujo de trabajo y manejo de carga. Comunicación y Trabajo en Equipo: dinámicas de equipo y habilidades de comunicación efectivas. Con estas mejoras se prevé que los tiempos de estas actividades se reduzcan en 15%.

- 4) **Apilar los contenedores en los patios de carga:** para esta actividad se plantea el establecer un tiempo limite de permanencia de los contenedores en los patios de carga de 4 días, lo cual genera una mayor rotación de la carga dentro de los patios y reducir el estancamiento de la carga dentro del puerto. Con esta practica se puede reducir en un 10% el tiempo de apilamiento de la carga en los patios, debido a que habrá menos volumen de carga en los patios.

- 5) **Recepción de la carga de exportación:** con esta ultima actividad se propone establecer que la carga de exportación se pueda recibir hasta 12 horas antes de que finalice la operación el buque donde se debe cargar, además el camión que ingrese al puerto con la carga no pueda permanecer más de 1 hora, debido a que anteriormente la carga se recibía 6 horas antes de que finalice la operación, esto genera un alto trafico de camiones dentro del puerto. Con esta medida estima que se pueda reducir el tiempo de la actividad en 50 a 40 minutos.

5.3. Documentación del proceso.

Como se estableció anteriormente se propone la documentación de las actividades más importantes del proceso de carga y descarga de mercadería, para esto planea capacitar o instruir al personal operativo del puerto para hacer uso bitácoras físicas y cronómetros, para registrar los todos tiempos productivos de las actividades que se plantean controlar, además aplicar los criterios de cumplimiento que se van a proponer en los nuevos indicadores, los cuales fueron establecidos basándose en resultados pasados y actuales. Todo esto con el objetivo de lograr

reducir los tiempos de operación y la saturación en los patios de almacenamiento del puerto que son las principales afectaciones.

Para el cálculo de los resultados de la propuesta se analizaron el total de buques atendidos en cada mes del primer cuatrimestre del 2024, se establece que la frecuencia que con se calculan los resultados sea de forma mensual debido a que actualmente la administración del INCOP así lo establece y para el presente proyecto se trabajó de esta manera.

A continuación, se presenta un ejemplo de la bitácora que se plantea utilizar para la estandarización de los tiempos de operación de las distintas actividades.

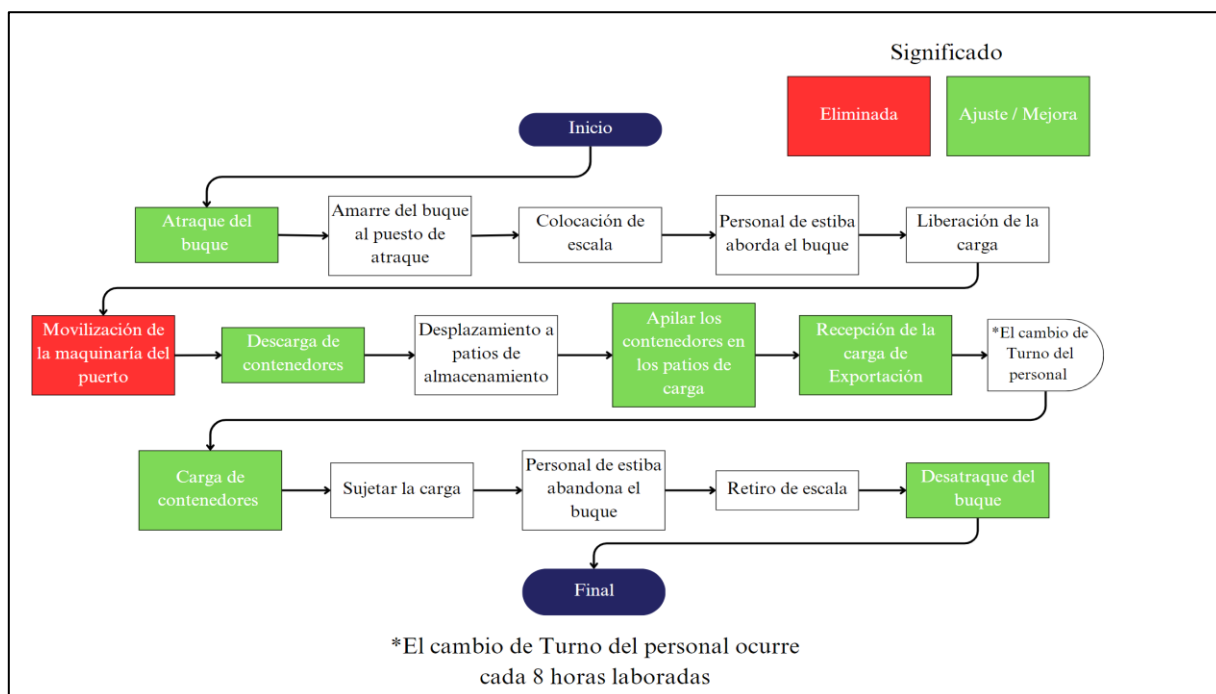
Tabla N°15: Bitácora de la actividad carga y descarga de contenedores del día 31/1/2024.

Fecha: 31/1/2024		
Actividad:		Carga y descarga de contenedores
Hora	Contenedores Movilizados	Criterio de cumplimiento
00:00:00	✓ 25	✓ Optimo: ≥ 25 movimientos/hora
01:00:00	✗ 18	
02:00:00	! 21	
03:00:00	✓ 26	
04:00:00	✗ 17	
05:00:00	! 22	
06:00:00	✓ 29	! Acceptable: 25 a 20 movimientos/hora
07:00:00	! 20	
08:00:00	! 19	
09:00:00	! 21	
10:00:00	! 23	
11:00:00	✗ 15	
12:00:00	✗ 18	✗ No aceptable: ≤ 20 movimientos/hora
13:00:00	! 19	
14:00:00	! 22	
15:00:00	✓ 26	
16:00:00	✓ 28	
17:00:00	! 23	
18:00:00	✓ 25	! Acceptable
19:00:00	✗ 18	
20:00:00	✓ 28	
21:00:00	✓ 27	
22:00:00	! 23	
23:00:00	! 22	
Resultado	! 22	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior, se registró los movimientos de carga y descarga de contenedores realizados por hora en todo el día, además se aplicó los criterios de cumplimiento para la actividad con el objetivo de mejorar los tiempos de la actividad. Obteniendo que para el día en cuestión se tuviera un rendimiento aceptable.

Ilustración N°12: Diagrama de flujo con los cambios realizados por la propuesta de mejora.



Fuente: Elaboración propia.

En la Ilustración anterior se presenta el nuevo diagrama de flujo de la operación del proceso de carga y descarga de mercadería con la aplicación de la propuesta de mejora. En el se observan 7 cambios en las actividades se propone eliminar la movilización de la maquinaria y el resto se propone cambios en la realización de la actividad. Con la aplicación del plan para la mejora de la eficiencia se puede obtener una reducción en el tiempo de operación de entre 2 a 3 horas por buque trabajado.

5.4.Indicadores de control

La herramienta seleccionada para la elaboración de la propuesta de mejora son los indicadores de control, a continuación, se presentará el sistema de indicadores para controlar las actividades más importantes de las operaciones del puerto de Caldera, los cuales fueron elaborados teniendo en cuenta las afectaciones establecidas en la etapa de definición, además de las capacidades y necesidades del puerto. Los indicadores se dividirán en 2 tipos: indicadores de operaciones en el buques e indicadores de operación en puerto. Para la realización de los cálculos de la propuesta de mejora, se utilizó el 100% de los buques atendidos en los primeros 4 meses del presente año y no una muestra del total.

Para los resultados obtenidos de los indicadores se presentarán 3 niveles de control, en los gráficos a cada nivel se le asigna un color respectivo para un mejor entendimiento:

- Optimo, el cual se representará con un color verde.
- Aceptable, se le asignara el color naranja.
- No aceptable, el cual será representado con un color rojo

Además, para cada mes del primer cuatrimestre del 2024 se le asigna un color, con el objetivo de estandarizar el aspecto visual del sistema de indicadores:

- Azul = Enero.
- Dorado = Febrero
- Gris = Marzo
- Café = Abril

Indicadores de operación en buque

Estos indicadores tienen como objetivo reducir los tiempos de operación por cada buque atendido en el puerto.

A continuación, se presentan los indicadores para controlar la parte operativa de en los buques.

1. Tiempo de atraque – desatraque

Objetivo

Medir los tiempos de desplazamiento realizados en los atraques y desatraques de los buques.

Descripción

Con este indicador se evaluará el rendimiento del servicio de remolcadores en la operación de Atraque o Desatraque en Puerto Caldera mediante el remolcador. Parte importante de la operación ya que todo buque debe atracar y desatracar con la asistencia de un remolcador.

Metodología de calculo

Tiempo de atraque y desatraque: Hora de término de servicio – Hora de inicio de servicio

Criterios de cumplimiento

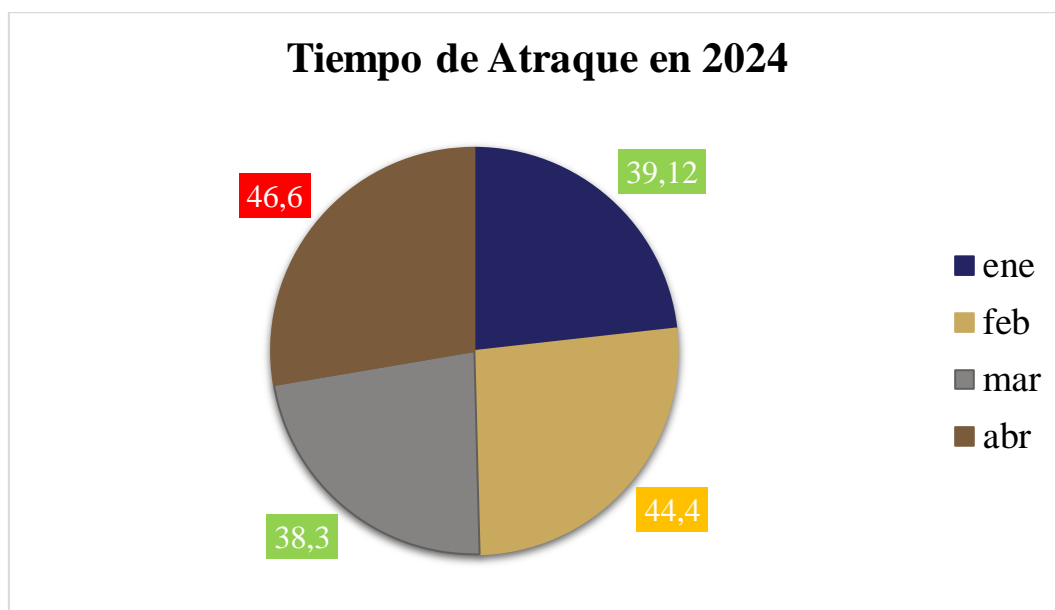
Optimo: ≤ 40 minutos

Aceptable: 40 a 45 minutos

No aceptable: ≥ 45 minutos

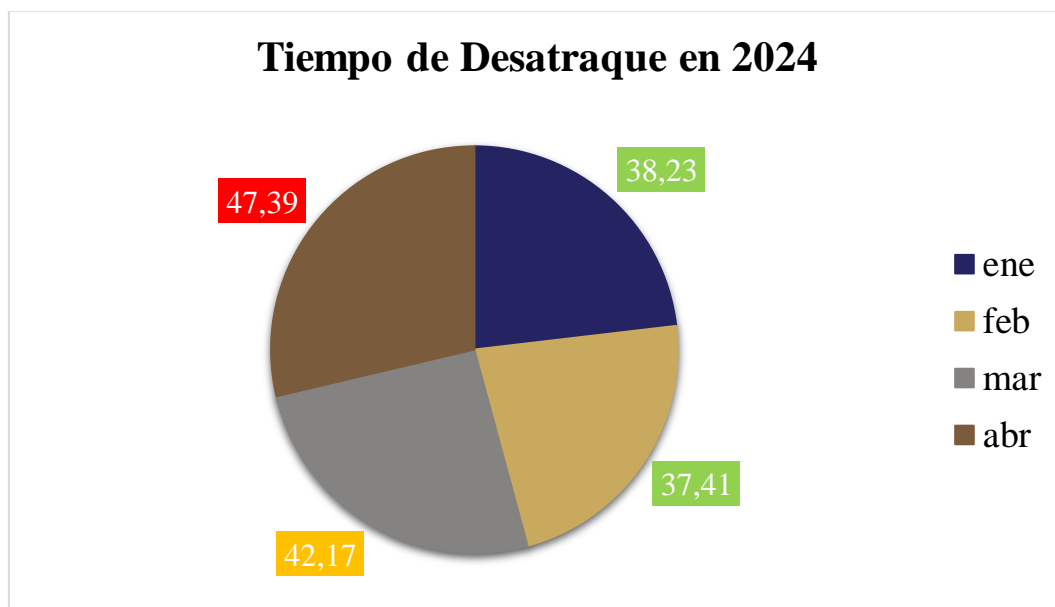
Resultados

Gráfico N°7: Tiempo de Atraque en minutos.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°8: Tiempo de desatrasque en minutos.



Fuente: elaboración Propia.

Al observar el gráfico anterior se obtiene que los primeros 3 meses del presente año se encuentran entre los niveles óptimos y aceptables, según los criterios de cumplimiento establecidos, y el mes de abril el de mayor tiempo de todos se encuentra en un nivel no aceptable. El resultado de este indicador impacta de directamente los tiempos de atraque y desatraque de cada buque atendido.

2. Movimientos de grúa por hora neta

Objetivo

Determinar el rendimiento neto de las grúas del puerto para la carga y descarga de contenedores.

Descripción

El resultado de este indicador establece el cumplimiento de las metas de productividad promedio por grúa utilizada en cada buque y así poder tener indicadores de eficiencia, calidad y gestión, que sean tangibles, medibles y auditables. Este indicador permite controlar los movimientos (carga y descarga) realizados por las grúas del puerto. Con este indicador se calculará el rendimiento en términos de movimientos de grúa por hora neta en el buque.

Metodología de calculo

$$\text{Movimientos de grúa por hora neta buque} = \frac{\text{Total de movimientos por buque}}{\text{suma de horas netas totales de todas las Grúas del buques}}$$

Criterios de cumplimiento

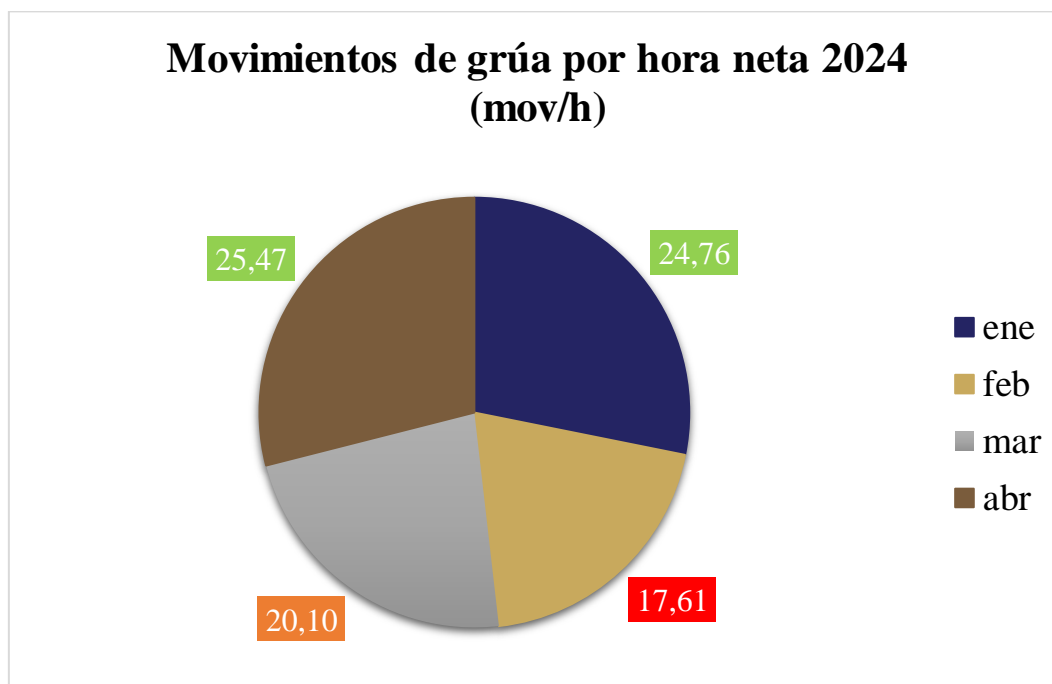
Optimo: ≥ 25 movimientos/hora

Aceptable: 25 a 20 movimientos/hora

No aceptable: ≤ 20 movimientos/hora

Resultados

Gráfico N°9: Movimientos de grúa por hora neta.



Fuente: Elaboración propia.

Analizando el gráfico anterior se obtiene que, los meses de enero y abril se encuentran en niveles óptimos, marzo aceptable, mientras el mes de febrero se presenta un resultado muy bajo que lo deja en un nivel no aceptable. El resultado de este indicador reduce el tiempo de carga y descarga de contenedores, la mejora en los tiempos de movimientos de contenedores fue de 17 movimientos/hora a 22 movimientos/hora. La reducción los tiempos de carga y descarga fue de 22%.

3. Movimientos de grúa buque por hora neta

Objetivo

Determinar el rendimiento neto de las grúas de los buques para la carga y descarga de contenedores.

Descripción

El resultado de este indicador establece el cumplimiento de las metas de productividad promedio por grúa utilizada en cada buque y así poder tener indicadores de eficiencia, calidad y gestión, que sean tangibles, medibles y auditables. Este indicador permite controlar los movimientos (carga y descarga) realizados por las grúas de buque. Con este indicador se calculará el rendimiento en términos de movimientos de grúa por hora neta en el buque.

Metodología de calculo

$$\text{Movimientos de grúa por hora neta buque} = \frac{\text{Total de movimientos por buque}}{\text{suma de horas netas totales de todas las Grúas del buques}}$$

Criterios de cumplimiento

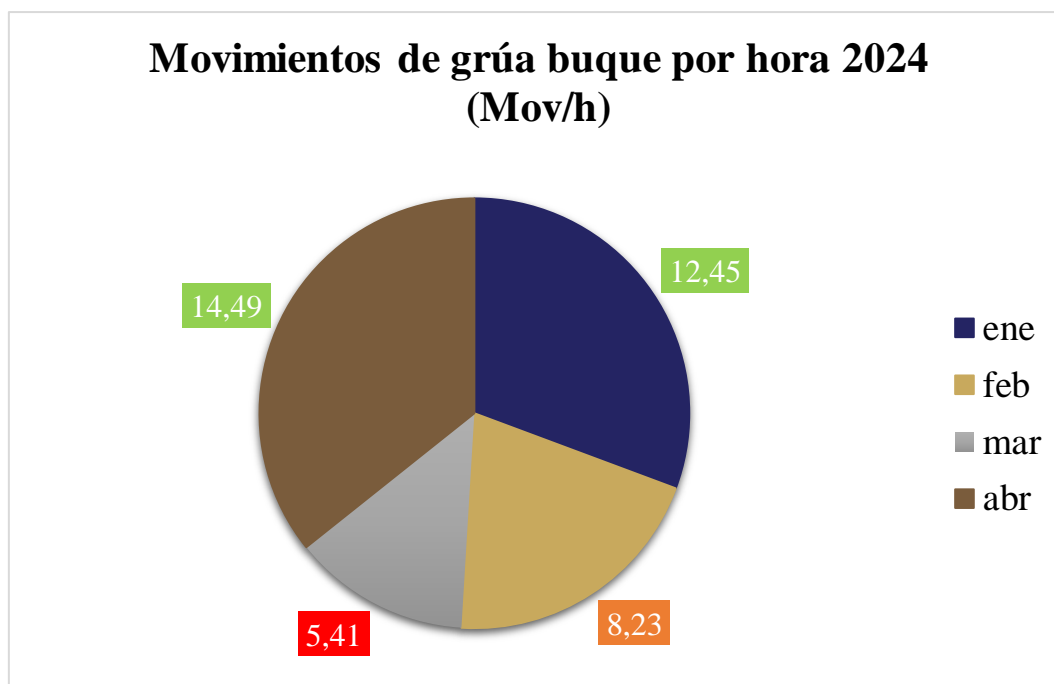
Optimo: ≥ 10 movimientos/hora

Aceptable: 10 a 6 movimientos/hora

No aceptable: ≤ 6 movimientos/hora

Resultados

Gráfico N°10: Movimientos de grúa buque por hora neta.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos del primer cuatrimestre de este indicador se concluyen que los meses de enero y abril se encuentran en un nivel óptimo, febrero aceptable y marzo no aceptable. El resultado de este indicador impacta directamente en los tiempos de carga y descarga de contenedores.

4. Control del tiempo de demora de un buque en puerto

Objetivo

Controlar los tiempos de demora y los tiempos de operación en la estadía de un buque.

Descripción

los tiempos demora en un puerto son una variable que no se puede controlar de manera precisa, pero se pueden reducir, este indicador establece que los tiempos de demora no deben superar

cierto porcentaje en comparación con el tiempo neto de operación en relación con total de tiempo de estadía de un buque.

Metodología de calculo

$$\text{Control del tiempo de demora de un buque en puerto} = \frac{\text{Total de tiempo de demoras}}{\text{Total de tiempo de estadía del buque}}$$

Criterios de cumplimiento

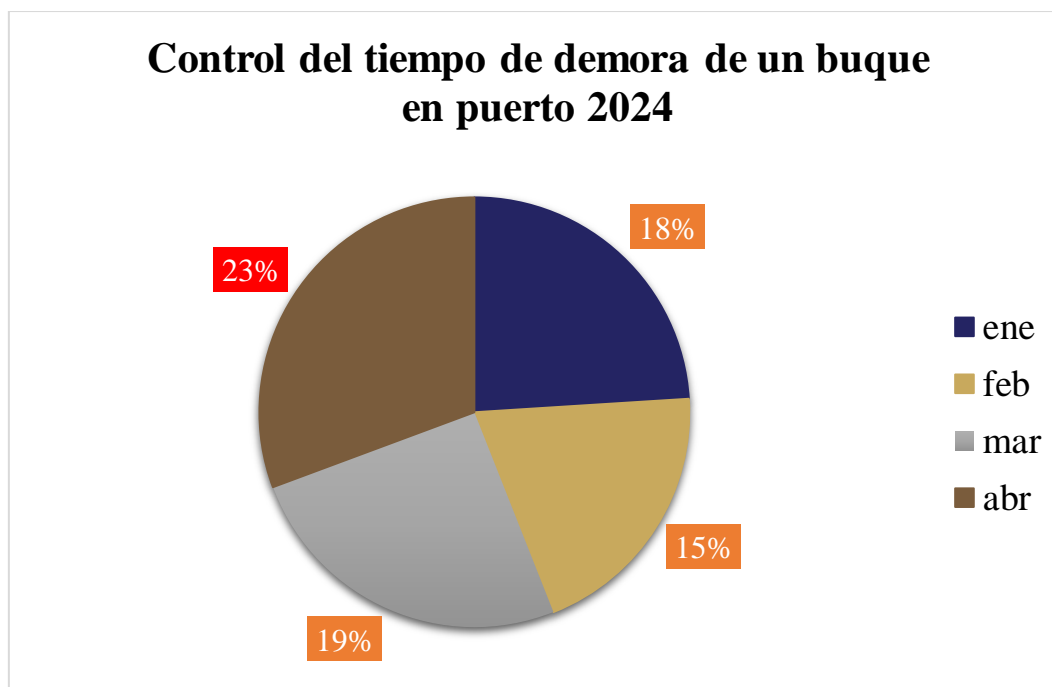
Optimo: $\geq 15\%$ del total de tiempo de estadía

Aceptable: 15% a 20% total de tiempo de estadía

No aceptable: $\leq 20\%$ del total de tiempo de estadía

Resultados

Gráfico N°11: Control del tiempo de demora de un buque en puerto.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos por los indicadores en este primer cuatrimestre de 2024 fueron: enero, febrero y marzo en niveles aceptables y abril como no aceptable. Los resultados de este indicador reducen los tiempos de demora en las operaciones del puerto, la razón del aumento en el mes de abril es debido al inicio de la temporada lluviosa en el pacífico costarricense.

Indicadores para operaciones en tierra

Los resultados de estos indicadores tienen como finalidad reducir la saturación en los patios de almacenamiento de contenedores.

A continuación, se presentan los indicadores para contralar las operaciones en tierra dentro del puerto.

5. Tiempo promedio recepción de carga de exportación y despacho de carga de importación

Con este indicador se medirá el nivel de servicio que brinda el prestatario del servicio portuario con respecto a la operación logística de recepción y despacho de contenedores.

Metodología de calculo

Tiempo promedio de Recepción y Despacho de Contenedores: $\frac{\text{Tiempo de servicio}}{\text{Total de contenedores}}$

Criterios de cumplimiento

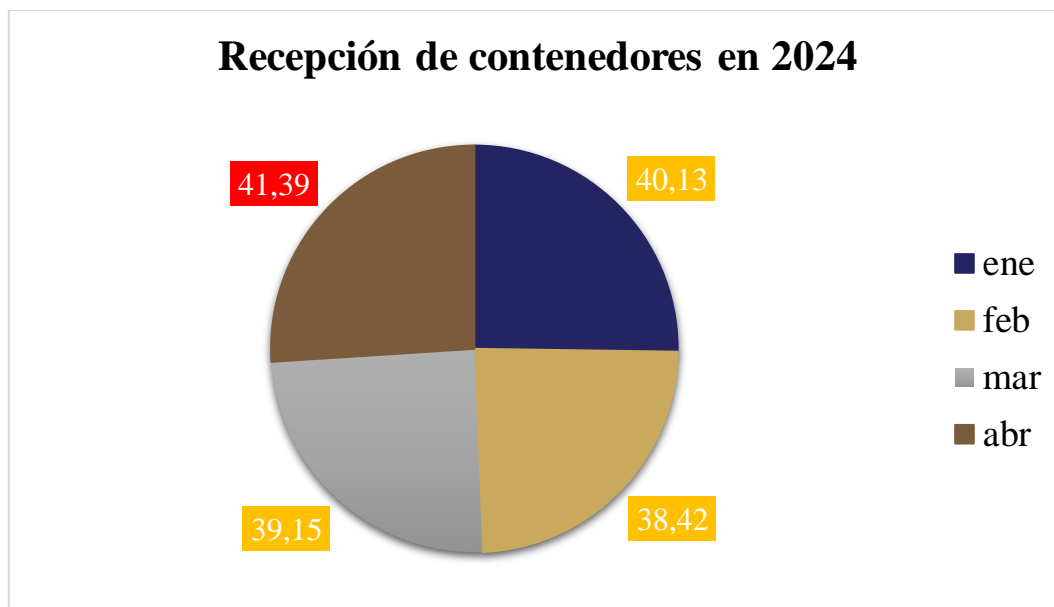
Optimo: ≤ 30 minutos

Aceptable: 30 a 40 minutos

No aceptable: ≥ 40 minutos

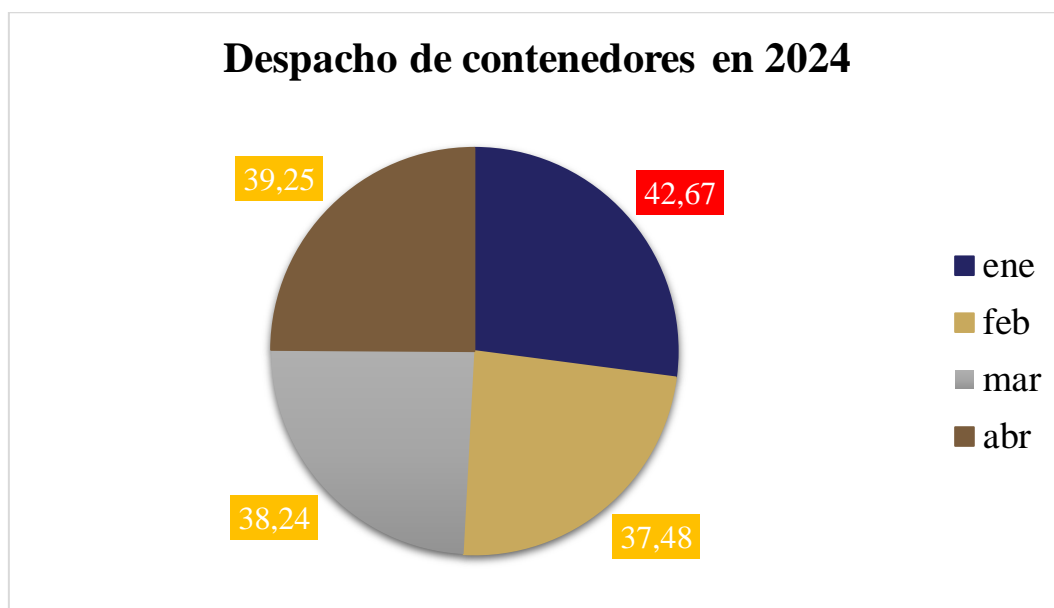
Resultados

Gráfico N°12: Tiempo promedio de Recepción de carga de exportación en minutos.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°13: Tiempo promedio de Despacho de Carga de importación en minutos.



Fuente: Elaboración propia.

Al observar el gráfico anterior se obtiene que el mes de enero y abril se encuentra en un nivel no aceptable, mientras que febrero y marzo están en un nivel aceptable. El resultado de este indicador favorece el flujo de contenedores movilizados dentro del puerto, en términos de entrada y salida de contenedores, reduciendo la saturación en los patios de almacenamiento de carga

6. TEUS por metro cuadrado

Objetivo

Maximizar el uso del espacio portuario para almacenar mercancías.

Descripción

Medir la eficiencia y productividad de la operación de carga y descarga de mercancías en relación con la superficie disponible, lo cual mide la eficiencia del uso del espacio portuario.

Metodología de cálculo

$$\text{TEUS por Metro cuadrado: } \frac{(15\text{m}^2 * \text{total de contenedores en el día})}{\text{Area total de almacenamiento en m}^2}$$

Donde

- 15m² es la medida en metros cuadrados de un contenedor de 20 pies en el estándar dentro del puerto.
- Área total de almacenamiento equivale a: 45.200 m² (Sumatoria de las áreas de los patios 1,2 y 6).

Criterios de cumplimiento

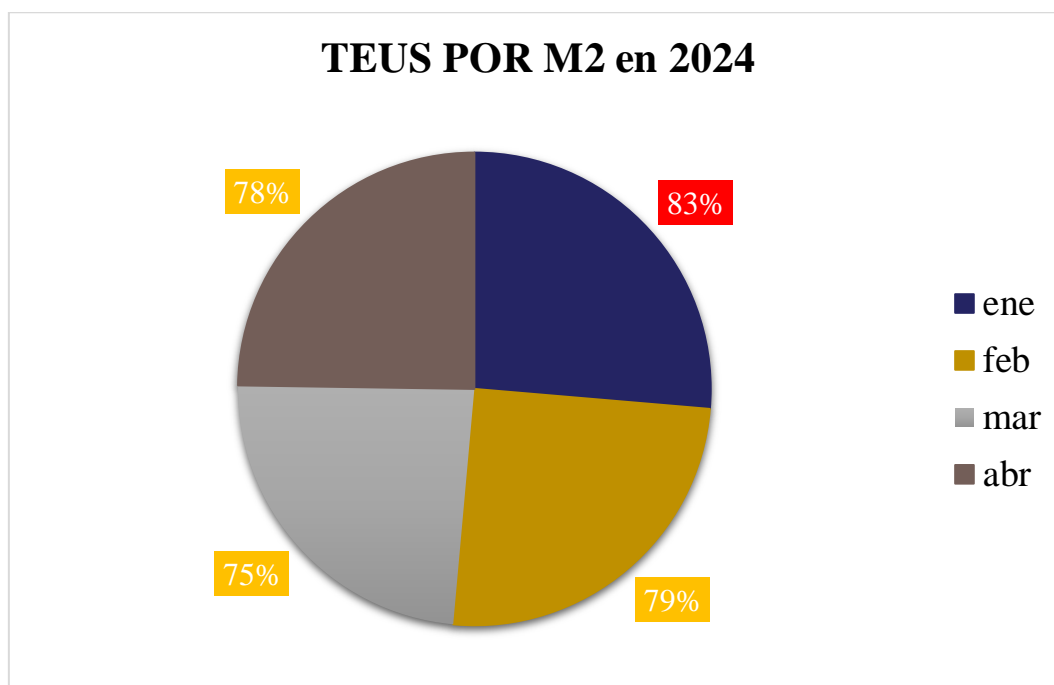
Optimo: $\leq 70\%$ de ocupación del área total de almacenamiento.

Aceptable: entre 70% y 80% de ocupación del área total de almacenamiento.

No aceptable: $\geq 80\%$ de ocupación del área total de almacenamiento.

Resultados.

Gráfico N°14: TEUS por metro cuadrado.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos por los indicadores en este primer cuatrimestre de 2024 fueron: enero, no aceptable, febrero y marzo y abril aceptables. Para obtener el resultado de este indicador se multiplica 15m2 por la cantidad de contenedores descargados al día y se divide por el 100% de los m2 área de los patios de almacenamiento y mejorando la capacidad instalada de los patios de carga.

7. Tiempo promedio de permanencia de los contenedores en la terminal

Objetivo

Medir el tiempo de permanencia de los contenedores en los patios de almacenamiento.

Descripción

El resultado de este indicador permite tener un mejor control de la cantidad de días que la carga de contenedores pasa en los patios del puerto de caldera. Con este indicador se obtendrá el resultado de cuánto tiempo estuvo un contenedor dentro de los patios del puerto.

Metodología de cálculo

Estadía de contenedores en patios = fecha y hora de despacho – fecha y hora de recepción

Criterios de cumplimiento

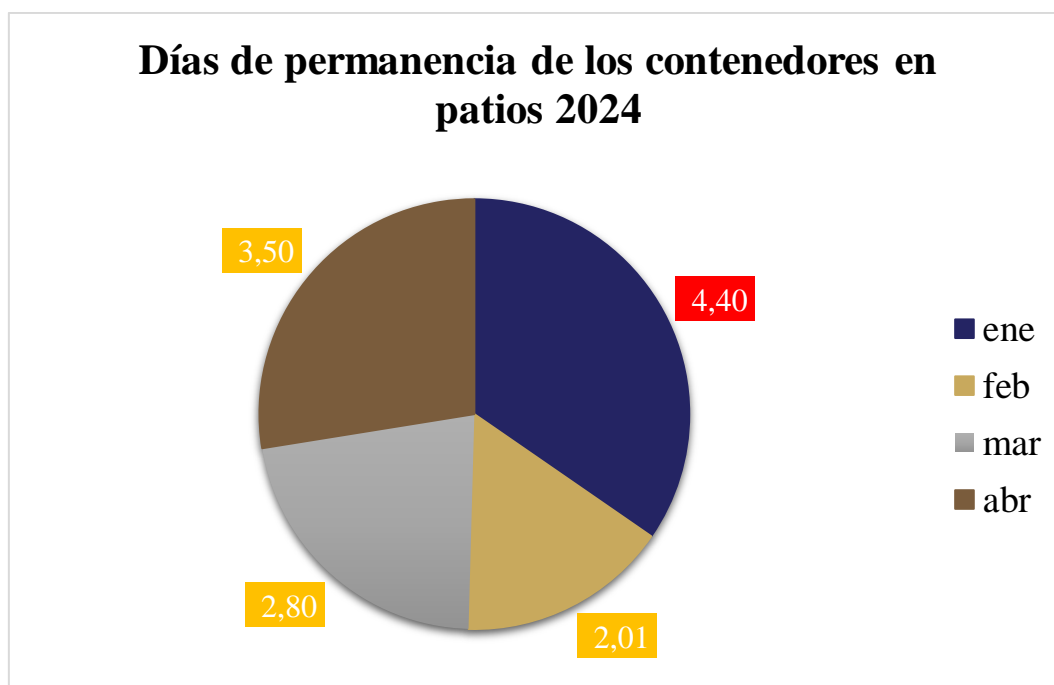
Optimo: ≤ 2 Días.

Aceptable: 2 a 4 Días.

No aceptable: ≥ 4 Días.

Resultados

Gráfico N°15: Días de permanencia de los contenedores en los patios de almacenamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos por los indicadores en este primer cuatrimestre de 2024 fueron: enero, no aceptable, febrero optimo, marzo y abril aceptables. Los resultados de este indicador muestran la cantidad de días que la carga de contenedores permanece dentro de los patios del puerto, en promedio cada contenedor debe espera 1 día dentro puerto mientras se realizan los trámites respectivos para tener la aprobación por parte las autoridades y finalmente ser despachado.

8. Tiempo promedio de permanencia de un camión en el puerto

El resultado de este indicador establece el cumplimiento de las metas de productividad promedio del tiempo de permanencia de un camión dentro del puerto, en labores de recepción y despacho de contenedores y así poder tener indicadores de eficiencia, calidad y gestión, que sean tangibles, medibles y auditables.

Metodología de cálculo

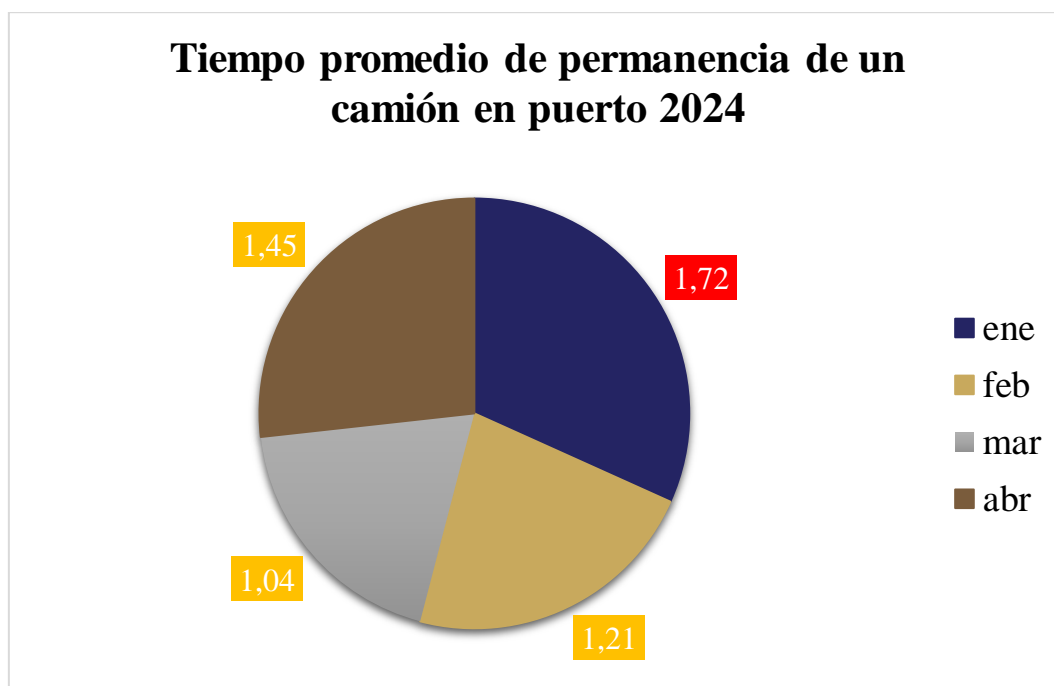
Tiempo promedio de permanencia de un camión en el puerto: hora de salida – Hora de entrada

Criterios de cumplimiento

Optimo: ≤ 1 hora.

Aceptable: 1 a 1.5 horas.

No aceptable: ≥ 1.5 horas.

Resultados.**Gráfico N°16:** Tiempo promedio de permanencia de un camión en puerto en horas.

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos por los indicadores en este primer cuatrimestre de 2024 fueron: enero, no aceptable, febrero y marzo y abril aceptables. Los resultados obtenidos de este indicador muestran la cantidad de horas que permanece un camión dentro del puerto a la espera de despachar el contenedor, este indicador ayudar a mantener constante el flujo de camión dentro del puerto.

5.3.Cumplimiento de los indicadores propuestos

Tabla N°16: Cumplimiento de los indicadores propuestos.

Secuencia	Indicador	Unidad de medición	Periodo				Promedio Cuatrimestral
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	
1	Control del tiempo de demora de un buque en puerto	Porcentaje del tiempo total de estadía de un buque	18,00%	15,00%	19,00%	23,00%	18,75%
2	Movimientos de grúa buque por hora neta	Mov/h	12,45	8,23	5,41	14,49	10,15
3	Movimientos de grúa por hora neta.		24,76	17,61	20,1	25,47	21,99
4	Tiempo de atraque	Minutos	39,12	44,4	38,3	46,6	42,11
5	Tiempo de desatraque		38,23	37,41	42,17	47,39	41,30
6	Tiempo promedio de permanencia de un camión en puerto	Horas	1,72	1,21	1,04	1,45	1,36
7	Días de permanencia de los contenedores en patios	Días	4,40	2,01	2,80	3,50	3,18
8	TEUS M2	Porcentaje de Ocupación	83,00%	79,00%	75,00%	78,00%	79%
9	Tiempo de recepción de contenedores de exportación	Minutos	40,13	38,42	39,15	41,39	39,77
10	Tiempo de despacho de contenedores de Importación		42,67	37,48	38,42	39,35	39,48
Significado	Optimo	Aceptable	No Aceptable				

Fuente: Elaboración propia.

Analizando la tabla anterior, se obtuvieron 40 resultados para los primeros 4 meses del año, la distribución de los 40 resultados fue, 13 óptimos, 18 aceptables y 9 no aceptables. No resultados no aceptables se debieron a diversos factores, por ejemplo: enero es el mes de mayor movilización de carga en el puerto, también debido al inicio de la temporada de lluvia en el pacífico en abril, aumentando los tiempos de demora. Analizando los resultados de forma cuatrimestral se obtiene que todos los resultados son aceptables.

5.4.Mejora obtenida de la propuesta

Tabla N°17: Mejora obtenida de la propuesta vista en los tiempos de la operación.

Secuencia	Actividades	Antes			Propuesta de mejora		
		500 MOV	750 MOV	1000 MOV	500 MOV	750 MOV	1000 MOV
1	Atraque del buque	50,00	50,00	50,00	42,11	42,11	42,11
2	Amarre del buque al puesto de atraque	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
3	Colocación de escala	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
4	Personal de estiba aborda el buque	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
5	Liberar la carga de importación	60,00	80,00	100,00	60,00	80,00	100,00
6	Movilización de la maquinaria del puerto	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
7	Descarga de contenedores de importación	381,82	572,73	763,64	311,11	466,67	622,22
8	Carga Refrigerada Transporte a patio 6	32,40	48,60	64,80	32,40	48,60	64,80
9	Carga Común Transporte a patio 1 o 2	243,00	364,50	486,00	243,00	364,50	486,00
10	Apilar los contenedores en los patios de carga	278,10	417,15	556,20	250,29	375,44	500,58
11	Cambio de Turno	60,00	80,00	100,00	60,00	80,00	100,00
12	Recepción de la carga de exportación	50,00	50,00	50,00	39,77	39,77	39,77
13	Carga de contenedores de exportación	300,00	450,00	600,00	244,45	366,67	488,89
17	Desatraque del Buque	50,00	50,00	50,00	41,30	41,30	41,30
Σ	Tiempos de Demora	207,92	277,02	337,72	185,64	247,34	301,54
	Tiempo total de Estadía del buque	1 248,74	1 713,75	2 170,36	1073,38	1467,86	1854,83
	Tiempo total en horas	20,81	28,56	36,17	17,89	24,46	30,91
	Tiempo Neto de Operación	16,35	22,61	28,88	13,80	19,01	24,22

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se muestra resaltado en color verde las fases de la operación de se vieron afectadas por la propuesta de mejora, se obtiene una reducción de tiempo en 6 etapas diferentes de las operaciones, precisamente en las fases de atraque y desatraque, movimientos de contenedores, el apilado de los contenedores, recepción de la carga de exportación y los tiempos de demora. En la siguiente sección se profundizará en las reducciones de tiempo.

5.5. Impacto de la implementación de las propuestas de mejora

Tiempos de operación

Una de las afectaciones determinada en la etapa de definición fue el crecimiento en los tiempos de operación, con la propuesta de mejora se pretende reducir el tiempo de operación de cada buque atendido.

Tabla N°18: Reducción de los tiempos (horas) de estadía y operación por Buque en promedio en el primer cuatrimestre de 2024.

Tiempo en horas	Actual			Propuesta de Mejora			Mejora obtenida		
	500 Mov	750 Mov	1000 Mov	500 Mov	750 Mov	1000 Mov	500 Mov	750 Mov	1000 Mov
Tiempo de Estadía	20,81	28,56	36,17	17,89	24,46	30,91	2,92	4,10	5,26
Tiempo Neto de Operación	16,35	22,61	28,88	13,80	19,01	24,22	2,55	3,60	4,66

Fuente: Elaboración propia.

Analizando los resultados de la tabla anterior, se obtiene que los tiempos de estadía de los buques se reduce en 2,92 horas para los buques 500 movimiento, para 750 movimientos unas 4,10 horas y por último para 1000 movimientos unas 5,26 horas para obtener un promedio de

4,08 horas de reducción en el tiempo de estadía por buque, y por consiguiente los tiempos netos de operación por buque se redujeron, unas 3,60 horas.

Saturación de los patios de almacenamiento

Otra de las afectaciones de la determinada anteriormente fue la saturación de los patios de almacenamiento del puerto, con el objetivo de reducir esta afectación se establecieron los indicadores para operaciones en tierra, con estos se contralaban tiempos que anteriormente no se contralaban como los días en patios de los contenedores y tiempos de despacho y recepción de contenedores, generando una mayor movilización de la carga dentro del puerto.

Tabla N°19: Reducción de la saturación de los patios de almacenamientos en promedio en el primer cuatrimestre de 2024.

Porcentaje	Actual			Propuesta de Mejora			Mejora obtenida		
	Patio 1	Patio 2	Patio 6	Patio 1	Patio 2	Patio 6	Patio 1	Patio 2	Patio 6
Nivel de saturación	85%	80%	89%	78%	78%	78%	7%	2%	11%

Fuente: Elaboración propia.

Con la propuesta de mejora, se logra reducir en promedio 5% el nivel de saturación de los patios de almacenamiento, esto genera una reducción de un 10% del tiempo de apilado de contenedores, provocando que los tiempos de operación se reduzca. Esto se obtiene como resultado de todos los indicadores de operación en tierra, que todos se encuentra en niveles aceptables.

A continuación, se presenta una tabla con la mejora que obtiene el puerto de Caldera con la propuesta de mejora, vista de forma mensual en el primer cuatrimestre de 2024.

Tabla N°20: Mejoras obtenidas de la propuesta de mejora.

Variables	Volumen de Carga		
	500 MOV	750 MOV	1000 MOV
Mejora obtenida en horas	2,92	4,10	5,26
Cantidad de buques atendidos por mes	16,00	11,00	3,00
Horas reducidas mensualmente	46,76	45,08	15,78
Tiempo de estadía con la propuesta de mejora	17,89	24,46	30,91
Resultados obtenidos mensualmente	3,00	2,00	1,00
	Buques adicionales que se pueden atender por mes.		

NOTA: Solo es posible atender 3 buques de 500 movimientos o 2 de 750 movimientos o 1 de 1000 movimientos

Fuente: Elaboración propia.

Analizando los resultados de la tabla anterior, utilizando el resultado de la mejora de cada buque, multiplicando por el total de buques que se atienden mensualmente en puerto, se obtiene que una reducción de 47, 45, 16 horas, las cuales si se dividen por el tiempo de estadía de la propuesta de mejora de cada volumen de carga se obtiene que: se puede atender 3 buques de 500 movimientos o 2 de 750 movimientos o 1 de 1000 movimientos.

5.6. Cuantificación de los resultados de la propuesta de mejora

La implementación de la propuesta de indicadores para el puerto significa la posibilidad de atender 3 buques de 500 movimientos o 2 de 750 o también 1 de 1000 movimientos adicionales,

ahora tomando las tarifas por estadía y de movimientos de contenedores se obtiene los siguientes resultados:

Tabla N°21: Cuantificación de los beneficios de la propuesta de mejora.

Tarifa básica	
\$ 16,00	Estadía por Hora
\$ 10,00	Tarifa por contenedor movilizado

Tarifas	500 MOV	750 MOV	1000 MOV
Estadía	\$ 333,00	\$ 457,00	\$ 578,76
Movimientos de contenedores	\$ 5 000,00	\$ 7 500,00	\$ 10 000,00
Tarifa por Buque	\$ 5 333,00	\$ 7 957,00	\$ 10 578,76
Buques adicionales que se pueden atender por mes	3,00	2,00	1,00
Beneficios obtenidos por la propuesta de mejora	\$ 15 998,99	\$ 15 914,00	\$ 10 578,76

Fuente: elaboración propia.

Analizando la tabla anterior se obtiene que el puerto de Caldera puede generar cerca de \$16.000 atendiendo a 3 buques de 500 movimientos o \$16.000 con 2 buques de 750 movimientos o atendiendo 1 de 1000 movimientos por \$11.000, adicionales por mes. Los beneficios a obtener para el puerto dependen de la demanda de las navieras.

5.7.Costo de la implementación

Para llevar a cabo la implementación se plantea la subcontratación de una empresa por medio, para que aporte personal extra para cubrir las 24 horas del día con el objetivo de tener la

información en tiempo real, para lo cual se establece que lo óptimo es contratar 9 personas adicionales, para trabajar 3 turnos.

A continuación, se presenta los costos de la implementación de la propuesta de mejora.

Tabla N°22: Desglose de los costos de la implementación de mejora.

Costo de la implementación	Cantidad de personal	Personal por turno	Turno de 8 horas			Costo
			Turno 1	Turno 2	Turno 3	
Personal de campo	6,00	2,00	\$ 1 600,00	\$ 1 600,00	\$ 1 600,00	\$ 4 800,00
Encargo de registro	3,00	1,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 2 400,00
						\$ 7 200,00

Fuente elaboración propia.

Para la implantación del sistema de indicadores se propone la contratación de 9 personas mediante la modalidad de servicios profesionales, lo cual significa que cada empresa a contratar debe contar con todo el equipo necesario para el trabajo, el desglose de los salarios consiste en que cada individuo se le pagara un salario mensual de \$800, se trabajara 3 turnos de 8 horas por día, en cada turno trabajaran 3 personas. El costo total de los salarios y de la implementación de la mejora de \$ 7.200 mensuales.

5.8. Evaluación económica del proyecto

Establecido el costo de la implementación o monto a invertir y definido los beneficios generados por la propuesta de mejora, se procede con la verificación de viabilidad económica del proyecto.

Para su verificación se utilizará como medida financiera la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Seguidamente se presentan los cálculos respectivos para la verificación de la viabilidad económica del proyecto.

Tabla N°23: Tasa interna de retorno (TIR) de la propuesta de mejora.

Periodo	Inversión	Beneficio (valor mas bajo)	TIR
ene-24	\$ 7 200,00	\$ 10 578,76	47%
feb-24	\$ 7 200,00	\$ 10 578,76	
mar-24	\$ 7 200,00	\$ 10 578,76	
abr-24	\$ 7 200,00	\$ 10 578,76	
Total	\$ 28 800,00	\$ 42 315,05	

El tiempo necesario para obtener el retorno de la inversión es de
2.72 meses (83 Días)

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el cálculo de la Tasa Interna de Retorno, se utilizó el beneficio más bajo obtenido por la propuesta de mejora y costo de la implementación o monto a invertir de los primeros 4 meses del año, dichos datos se totalizaron para si obtener la TIR. El resultado obtenido fue de 47%, lo cual significa que el proyecto es viable económicamente, además la empresa que brinda los servicios en el puerto de Caldera considera una Tasa Interna de Retorno aceptable superior al 31%. Concluyendo se presenta un tiempo de retorno de la inversión de 2.72 meses lo mismo que 83 días.

5.9. Conclusiones de la etapa de mejora

Con la propuesta de mejora planteada, se estableció un sistema de indicadores para las operaciones dentro del puerto, con los resultados obtenidos de cada indicador se obtuvo una mejora a las afectaciones planteadas en la etapa de definición del proyecto, los tiempos de operación en promedio se redujeron 3,60 horas por buque atendido y la saturación de patios de almacenamiento disminuyó un 5% en promedio. Como complemento se cuantifico cual es el beneficio que puede obtener el puerto con la propuesta de mejora, resultando en un monto superior a los \$ 10.000 mensuales, con una inversión de \$ 7.200 al mes.

5.10. Etapa de control

Las herramientas seleccionadas para el control de la propuesta de mejora son un dashboard y una guía o manual explicativo del mismo, a continuación, se presentará el dashboard en formato de Microsoft Excel, con todos los resultados obtenidos del sistema de indicadores, en el primer cuatrimestre del 2024 para obtención de los resultados, se utilizó toda la información del 100% de los buques atendidos.

5.11. Manual o guía explicativa del dashboard de control de la propuesta de mejora.

Para evitar cualquier clase de complicación con este manual que se pueda presentar, se planea brindar una copia del archivo del dashboard de control, el mismo está en formato de hoja de cálculo de Microsoft Excel, el cual cuenta con 2 hojas distintas:

- 1) **Base de datos:** consiste en una tabla de 4 columnas el periodo, el indicador, el resultado y el cumplimiento. Con esta tabla se alimenta una tabla dinámica, la cual se debe

actualizar cada vez que se le ingrese información nueva, la tabla está ligada a los gráficos del dashboard de control.

Tabla N°24: Base de datos del dashboard de control

Periodo	Indicador	Resultado	Rendimiento
ene-24	Recepción de Contenedores	40,13	Aceptable
feb-24	Recepción de Contenedores	38,42	Aceptable
mar-24	Recepción de Contenedores	39,15	Aceptable
abr-24	Recepción de Contenedores	41,49	No Aceptable
ene-24	Despacho de Contenedores	42,67	No Aceptable
feb-24	Despacho de Contenedores	37,48	Aceptable
mar-24	Despacho de Contenedores	38,24	Aceptable
abr-24	Despacho de Contenedores	39,25	Aceptable
ene-24	Tiempo de Atraque	39,12	Optimo
feb-24	Tiempo de Atraque	44,4	Aceptable
mar-24	Tiempo de Atraque	38,3	Optimo
abr-24	Tiempo de Atraque	46,6	No Aceptable
ene-24	Tiempo de Desatraque	38,23	Optimo
feb-24	Tiempo de Desatraque	37,41	Optimo
mar-24	Tiempo de Desatraque	42,17	Aceptable
abr-24	Tiempo de Desatraque	47,39	No Aceptable
ene-24	Grua Movil	24,76	Optimo
feb-24	Grua Movil	17,61	No Aceptable
mar-24	Grua Movil	20,1	Aceptable
abr-24	Grua Movil	25,76	Optimo
ene-24	Grua Buque	12,45	Optimo
feb-24	Grua Buque	8,23	Aceptable
mar-24	Grua Buque	5,41	No Aceptable
abr-24	Grua Buque	14,49	Optimo
ene-24	TEUS M2	0,83	No Aceptable
feb-24	TEUS M2	0,79	Aceptable
mar-24	TEUS M2	0,75	Aceptable
abr-24	TEUS M2	0,78	Aceptable
ene-24	Demoras	0,18	Aceptable
feb-24	Demoras	0,15	Aceptable
mar-24	Demoras	0,19	Aceptable
abr-24	Demoras	0,23	No Aceptable
ene-24	Tiempo Camion	1,72	No Aceptable
feb-24	Tiempo Camion	1,21	Aceptable
mar-24	Tiempo Camion	1,04	Aceptable
abr-24	Tiempo Camion	1,45	Aceptable
ene-24	Días por contenedor	4,4	No Aceptable
feb-24	Días por contenedor	2,01	No Aceptable
mar-24	Días por contenedor	2,8	Aceptable
abr-24	Días por contenedor	3,5	Aceptable

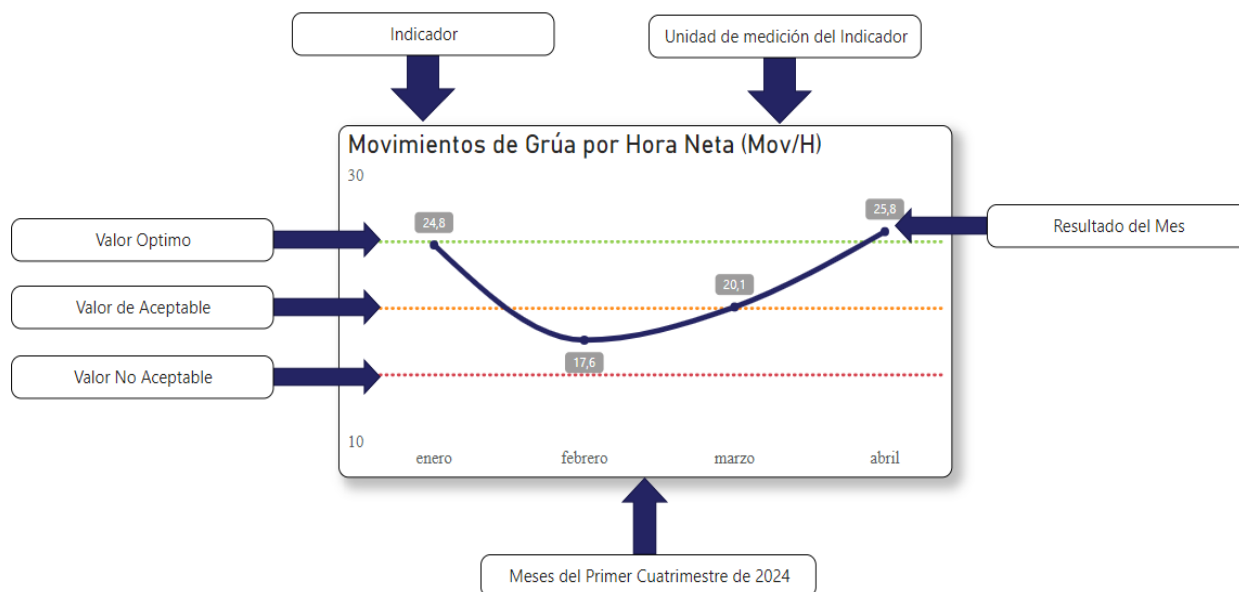
Fuente: elaboración propia.

- 2) **El dashboard de control:** este se actualiza automáticamente cada vez que se alimenta la base de datos y la tabla dinámica la cual es la fuente de datos del dashboard de control.

Los encargados de la recopilación de información y actualización de la herramienta son el personal nuevo que se planea subcontratar, la frecuencia de actualización del dashboard es diaria con una presentación de resultados mensual. El dashboard se divide en 2 secciones, una con los resultados de los indicadores de operaciones en tierra y la otra sección para los resultados de las operaciones en tierra. Los gráficos utilizados para el dashboard son gráficos de control ya sea de líneas y barras, cada gráfico cuenta con 3 líneas con distintos colores, líneas verdes resultado óptimo, naranjas aceptable y roja no aceptable. En los gráficos se puede observar el título de respectivo y la unidad de medición de cada indicador.

Seguidamente se muestra un ejemplo de los tipos de gráficos que se utilizaran para el dashboard de control de la propuesta de mejora.

Ilustración N°13: Explicación de los gráficos de control del dashboard.



Fuente: elaboración propia.

En la ilustración anterior, se puede observar el tipo de gráfico que tendrá el dashboard de control de la propuesta de mejora y las distintas secciones del mismo, para cada indicador se generará un gráfico de este tipo. Además, se contará con otro tipo de gráfico con 2 barras de distintos colores (azul y dorado) cada uno representa un indicador, este contendrá las mismas secciones que aparecen en la ilustración.

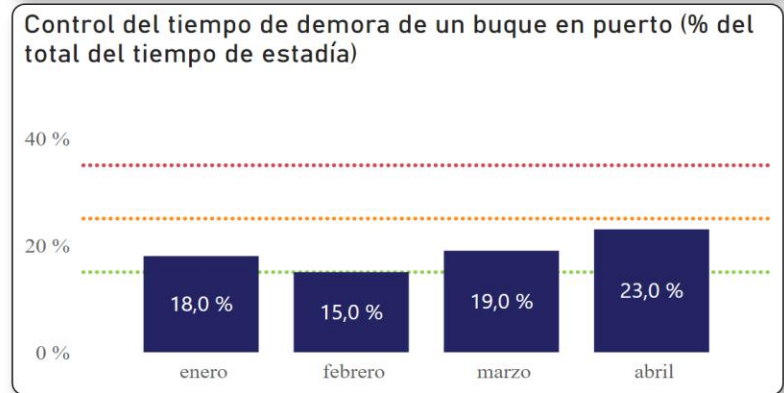
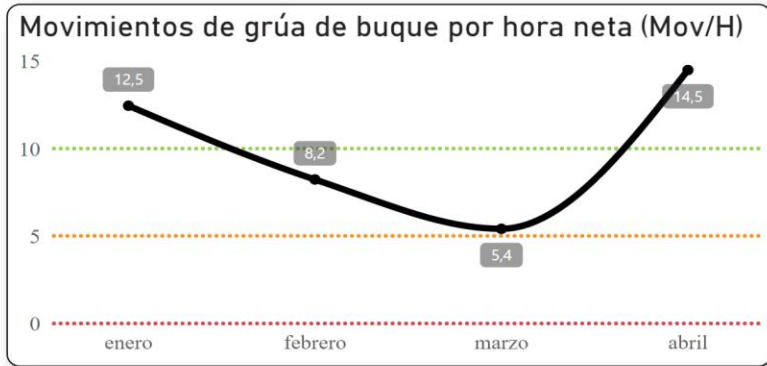
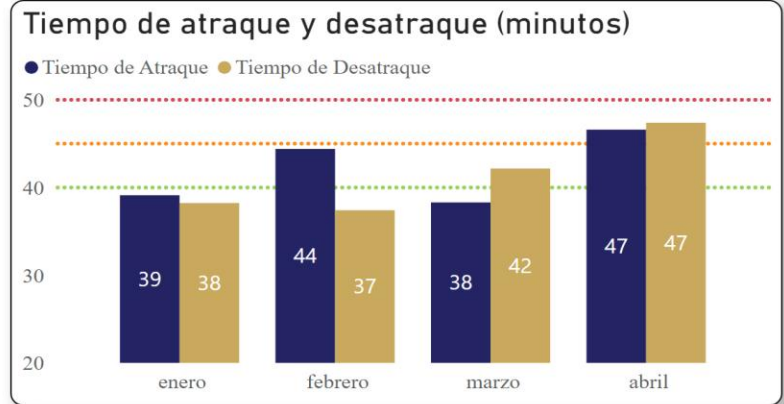
5.12. Dashboard de control

A continuación, se presenta el dashboard de control de la propuesta de mejora, el cual fue elaborado en formato de Microsoft Excel, para facilitar la accesibilidad al mismo.

Ilustración N°14: Dashboard de control de los indicadores de operación en el buque.

Resultados de la Propuesta de Mejora Primer Cuatrimestre 2024

Indicadores de operaciones en el buque

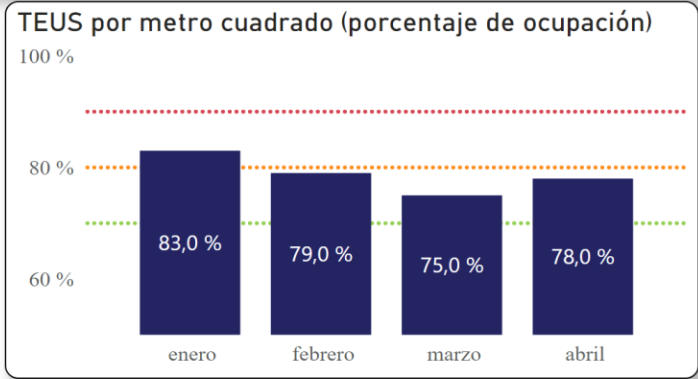
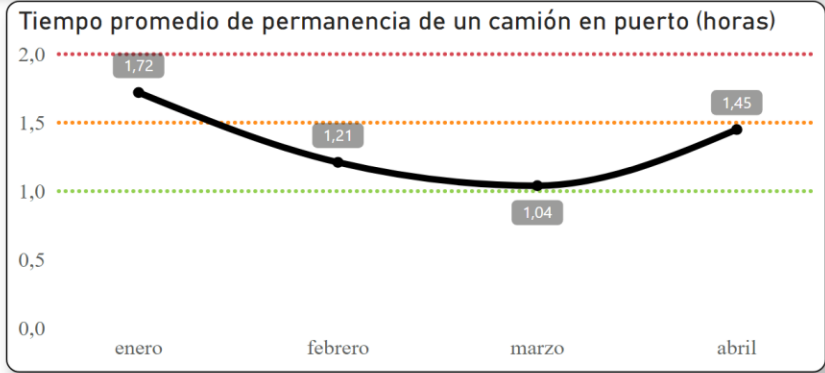
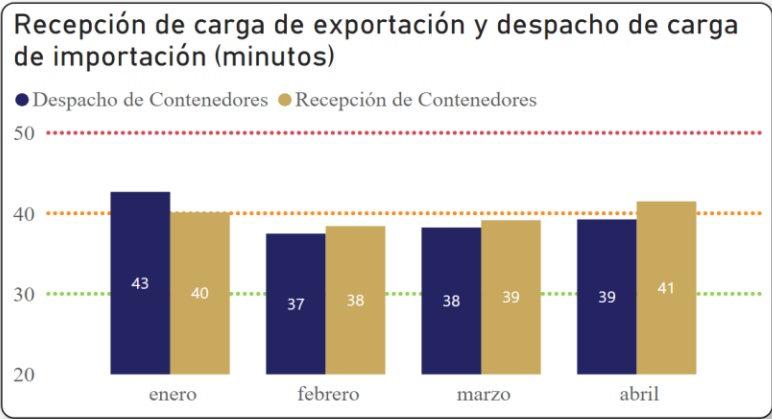
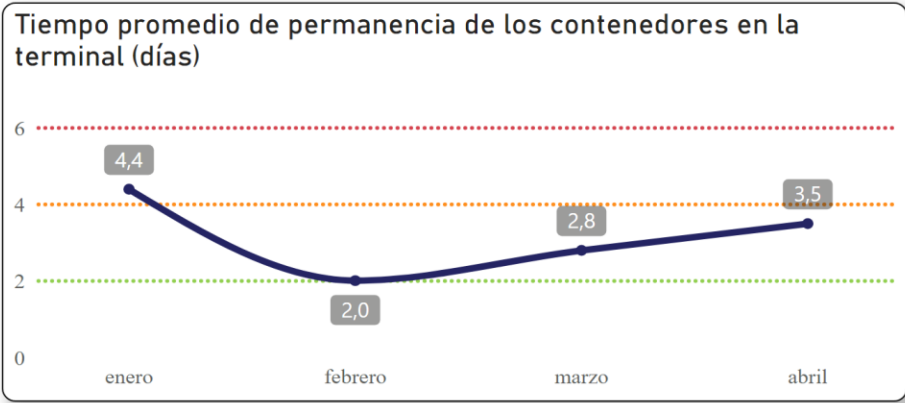


Fuente: Elaboración propia.

Ilustración N°15: Dashboard de control de los indicadores de operación en tierra.

Resultados de la Propuesta de Mejora Primer Cuatrimestre 2024

Indicadores de operaciones en tierra



Fuente: Elaboración propia.

La metodología para el control de la propuesta de mejora consta de 2 secciones una para los resultados de los indicadores de operaciones en el buque y la otra para los indicadores de operaciones en tierra, cada sección se compone por 4 gráficos de control (2 de barras y 2 de líneas).

5.13. Conclusiones de la etapa de control

El dashboard de control de la propuesta de mejora se realizó en formato de Microsoft Excel para facilitar la accesibilidad a todo el personal, además el mismo se dashboard se planea que se maneje mediante correo electrónico de la institución y así llegue todo el personal administrativo y operativo. El dashboard de control de la propuesta de mejora tendrá una frecuencia de actualización mensual.

6. CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El aumento de los tiempos de operación y la saturación de los patios de carga son las principales afectaciones en el puerto de Caldera. Los patios de carga de contenedores se encuentran en una capacidad superior al 90%, y los tiempos de operación en promedio aumentaron en 5 horas por buque atendido. Estas afectaciones generan que la ocupación total del puerto aumente en un 80% del tiempo total disponible, lo que aumenta los tiempos de espera para la atención de cada buque.

Se obtiene que los tiempos de operación de los tres tipos de buques con volúmenes de carga que se movilizan en el puerto en 2024 han aumentado en un 12 % en comparación con el año 2023, aunque solo se consideran los primeros 4 meses de ese año. Con respecto a la influencia en los niveles de saturación de los patios, se encuentra un nivel promedio de saturación del 84 % en 2023 y un nivel promedio de saturación del 88 % en 2024, lo que representa un aumento del 4% en comparación.

Analizado los indicadores de operaciones utilizados por la administración del INCOP en el puerto Caldera, se puede concluir que no son adecuados para monitorear las operaciones del puerto debido a que todos están relacionados con la demanda, los arribos al puerto y la movilización de carga. Además, la escasez de indicadores para evitar la saturación de los patios de almacenamiento.

Los resultados obtenidos de la propuesta de mejora se generó una reducción en las afectaciones planteadas en la etapa de definición del proyecto, los tiempos de operación en promedio se

redujeron 3,60 horas por buque atendido y la saturación de patios de almacenamiento disminuyó un 5% en promedio. Como complemento se cuantificó cuál es el beneficio que puede obtener el puerto con la propuesta de mejora, resultando en un monto superior a los \$ 10.000 mensuales, con una inversión de \$ 7.200 al mes.

Con la ayuda de la guía se facilita el entendimiento del dashboard de control de la propuesta de mejora. El dashboard de control de la propuesta de mejora tendrá una frecuencia de actualización mensual y su manejo se llevará a cabo vía correo electrónico.

6.2.Recomendaciones

- Establecer un plan de auditorías regulares para iniciar nuevos estudios o identificar posibles problemas que aún no se han descubierto.
- Establecer reuniones frecuentes con los empleados para fijar los diferentes tiempos de cumplimiento en las distintas fases de la operación.
- Capacitar a los supervisores e ingenieros para que realicen controles efectivos y puedan liderar a sus equipos de manera efectiva.
- Centrarse en el control constante de las principales afecciones que presenta el puerto, los cuales su reducción o control le generan al puerto un beneficio considerable.

- Registrar toda la información recopilada vía nube compartida para facilitar su acceso, seguimiento y gestión.

7. CAPITULO VII: BIBLIOGRAFÍA

7.1. Bibliografía

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2015). Logística y transporte: Una visión desde América Latina y el Caribe. Recuperado de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Logstica-y-Transporte-Una-Visin-desde-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- Banco Mundial (2017). Puertos, Competitividad y Desarrollo Económico. Recuperado de <https://elibrary.worldbank.org/doi/pdf/10.1596/978-82-%208174481-9>
- CEPAL (2018). Logística y transporte: Desafíos y oportunidades para la integración latinoamericana y caribeña. Recuperado de https://repositorios.cepal.org/bitstream/handle/11362/44319/8/S2001866_es.pdf
- CEPAL (2019). Impacto de la logística y el transporte en la competitividad de América Latina y el Caribe. Recuperado de https://repositorios.cepal.org/bitstream/handle/11362/44636/13/S1901044_es.pdf
- Chacón, M. (2021). Legislación inclusiva en Costa Rica. *Revista de Derechos Humanos*, 15(3), 120-135.
- Chaves, R. (2022). Compromisos internacionales en la legislación costarricense. *Revista Internacional de Desarrollo Sostenible*, 5(1), 30-45.
- Coto, E. (2023). Accesibilidad de la legislación en Costa Rica. *Revista de Derecho Administrativo*, 18(2), 55-70.
- Cruz-Cruz, A., Pérez-Pérez, P. J., & Rodríguez-Ruiz, D. (2019). El enfoque cuantitativo en la investigación científica. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 8(1), 45-62.

- Fernández, M. (2020). Diversificación de actividades portuarias: transformando los puertos en nodos logísticos. *Revista de Comercio Internacional*, 25(1), 34-47.
- García, A. (2015). Gestión de operaciones portuarias: un enfoque estratégico. *Revista de Gestión Portuaria Integral*, 10(2), 45-62.
- García, A. (2018). La importancia de la Legislación Marítima Portuaria para la seguridad y eficiencia en el transporte marítimo. *Revista de Derecho Marítimo*, 15(2), 45-60.
- García, A., et al. (2020). Indicadores de control: una herramienta clave para la gestión empresarial. *Revista de Administración y Gestión Empresarial*, 15(2), 45-56.
- García, A., et al. (2020). Indicadores de control: una herramienta clave para la gestión empresarial. *Revista de Administración y Gestión Empresarial*, 15(2), 45-56.
- García, J. (2018). Legislación en Costa Rica. *Revista Jurídica Costarricense*, 12(1), 45-60.
- Gómez, A. (2019). Planificación en las operaciones portuarias: claves para la eficiencia logística. *Revista de Economía Marítima*, 15(1), 50-65.
- Gómez, A. (2019). Tipos de modelos de gestión portuaria. *Revista de Economía Marítima*, 12(3), 80-95.
- González, B. (2019). Aspectos fundamentales de la Legislación Marítima Portuaria en la protección del medio ambiente marino. *Derecho Marítimo*, 20(3), 78-90.
- Gutiérrez, E. (2019). Desarrollo Portuario sostenible: integrando prácticas ambientales y sociales en los puertos. *Revista de Desarrollo Sostenible*, 15(2), 87-102.
- Gutiérrez, J., & Ramírez, M. (2019). Importancia de los indicadores de control en la toma de decisiones empresariales. *Revista de Economía y Finanzas*, 8(1), 78-89.

- Gutiérrez, J., & Ramírez, M. (2019). Importancia de los indicadores de control en la toma de decisiones empresariales. *Revista de Economía y Finanzas*, 8(1), 78-89.
- Hernández-Armenta, J., Pérez-García, L., & García-Mendoza, M. (2022). Enfoque explicativo en la investigación científica: Importancia y aplicaciones. *Revista de Investigación Científica*, 10(2), 87-102.
- Herrera, P. (2022). Sostenibilidad ambiental en las operaciones portuarias. *Revista de Medio Ambiente Portuario*, 10(1), 30-45.
- Herrera, P. (2022). Sostenibilidad ambiental en los modelos de gestión portuaria. *Revista de Medio Ambiente Portuario*, 8(2), 65-80.
- Lleras, A. (2018). Desarrollo Portuario: Modernización de infraestructuras para el comercio internacional. *Revista de Economía Portuaria*, 20(3), 45-59.
- López, M. (2020). Mejora continua en la operación portuaria: un enfoque práctico. *Journal of Port Operations*, 15(3), 87-104.
- López-Mendoza, A., Pérez-García, L., & García-Mendoza, M. (2020). Importancia de la clasificación por nivel de aplicación en la investigación científica. *Revista de Investigación en Ciencias Sociales*, 8(3), 45-58.
- Martínez, C. (2021). Desarrollo y aplicabilidad de la Legislación Marítima Portuaria en la seguridad de la navegación marítima. *Revista Internacional de Derecho del Mar*, 25(1), 112-125.
- Martínez, J. (2021). Impacto de la digitalización en el Desarrollo Portuario: tecnologías para una gestión eficiente. *Revista de Tecnología Portuaria*, 12(4), 102-115.

- Martínez, J., et al. (2019). Tecnología y digitalización en la gestión portuaria: impacto en los indicadores de operación. *Revista de Tecnología Portuaria*, 20(1), 23-36.
- Martínez, L., & López, R. (2022). Indicadores de control de recursos humanos: análisis y aplicación en empresas del sector servicios. *Revista de Gestión de Recursos Humanos*, 20(3), 112-125.
- Martínez, L., & López, R. (2022). Indicadores de control de recursos humanos: análisis y aplicación en empresas del sector servicios. *Revista de Gestión de Recursos Humanos*, 20(3), 112-125.
- Martínez-Ruiz, M. A., Sánchez-García, J., & Pérez-Fernández, O. M. (2019). El marco metodológico en la investigación científica. *Revista de Investigación Educativa*, 37(2), 55-70.
- Miranda, A. (2019). *Principios de la legislación costarricense*. San José: Editorial Jurídica Costa Rica.
- Montero, L. (2020). Evolución de la legislación en Costa Rica. *Revista de Derecho Comparado*, 8(2), 75-90.
- Notteboom, T., & Haralambides, H. (2023). Port economics, policy and management: Critical perspectives on global ports. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-94078-4>
- OMI (2022). Guía de gestión ambiental en los puertos EBOOK. Recuperado de https://imo.org/system/files/authors_pdfs/vl-pl_ai_ports-management-environmental-guide-en-3ed-v51812-hires.pdf
- Ortega, S., & Sánchez, P. (2018). Implementación de indicadores de control en la gestión estratégica de empresas. *Journal of Business Management*, 5(4), 210-223.

- Ortega, S., & Sánchez, P. (2018). Implementación de indicadores de control en la gestión estratégica de empresas. *Journal of Business Management*, 5(4), 210-223.
- Park, Y., & Seo, Y. (2022). Dynamic analysis of port performance through big data: the case of the Korean seaports. *Maritime Policy & Management*, 49(1), 66-83.
- Pérez, D. (2022). Legislación Marítima Portuaria: derechos, obligaciones y responsabilidades de los actores del sector marítimo y portuario. *Derecho del Comercio Internacional*, 30(4), 203-215.
- Pérez, D., & García, C. (2019). Características de los indicadores de control en la gestión empresarial. *Revista de Dirección y Administración de Empresas*, 12(3), 56-68.
- Pérez, D., & García, C. (2019). Características de los indicadores de control en la gestión empresarial. *Revista de Dirección y Administración de Empresas*, 12(3), 56-68.
- Pérez, J. (2018). Modelos de gestión portuaria: una visión integral. *Revista de Transporte Marítimo*, 20(2), 55-70.
- Pérez, J. (2018). Operaciones portuarias: fundamentos y prácticas. *Revista de Transporte Marítimo*, 20(3), 80-95.
- Pérez, M., & Vargas, E. (2021). Tipos de indicadores de control y su aplicación en la gestión financiera de la empresa. *Revista de Finanzas Corporativas*, 7(2), 34-47.
- Pérez, M., & Vargas, E. (2021). Tipos de indicadores de control y su aplicación en la gestión financiera de la empresa. *Revista de Finanzas Corporativas*, 7(2), 34-47.
- Pérez, R. (2022). Planificación estratégica en el Desarrollo Portuario: claves para el éxito de los proyectos portuarios. *Revista de Ingeniería Portuaria*, 18(3), 75-89.

- Ramírez, L. (2020). Asociaciones público-privadas en la gestión portuaria. *Revista de Gestión Portuaria*, 15(1), 35-50.
- Ramírez, L. (2020). Tecnologías innovadoras en las operaciones portuarias. *Revista de Gestión Portuaria*, 18(2), 65-80.
- Ramírez, S. (2023). Competitividad en el Desarrollo Portuario: estrategias para atraer navieras y aumentar la actividad portuaria. *Revista de Economía Marítima*, 30(2), 55-68.
- Rodríguez, E. (2023). La Legislación Marítima Portuaria como marco normativo para la protección de las personas, los bienes y el medio ambiente en las actividades marítimas y portuarias. *Boletín de Derecho Marítimo*, 28(2), 56-68.
- Rodríguez, V. (2023). Evolución de las operaciones portuarias en el contexto de la transformación digital. *Revista de Gestión Estratégica Portuaria*, 20(3), 75-90.
- Rodríguez, V. (2023). Evolución de los modelos de gestión portuaria frente a la globalización y la digitalización. *Revista de Gestión Estratégica Portuaria*, 18(3), 75-90.
- Rodríguez, V., et al. (2018). Eficiencia en la gestión de operaciones portuarias: un estudio de caso en terminales de contenedores. *Journal of Maritime Management*, 5(4), 67-82.
- Ruiz, A., et al. (2023). Calidad de la información en los indicadores de control: importancia y recomendaciones. *Revista de Investigación Empresarial*, 25(1), 89-102.
- Ruiz, A., et al. (2023). Calidad de la información en los indicadores de control: importancia y recomendaciones. *Revista de Investigación Empresarial*, 25(1), 89-102.
- Torres, M. (2021). Coordinación intermodal en las operaciones portuarias. *Revista de Transporte Multimodal*, 22(4), 110-125.

Torres, M. (2021). Innovación tecnológica en los modelos de gestión portuaria. Revista de Transporte Marítimo y Logística, 25(4), 110-125.

UNCTAD (2020). Port Training Manual. Recuperado de https://unctad.org/system/files/official-document/dtlmtraining2020_en.pdf

8. CAPITULO VIII: ANEXOS Y APÉNDICES

8.1. Anexo A: Declaración de hechos de un buque (Documento que detalla la operación de un buque)

SOCIEDAD PORTUARIA DE CALDERA S.A.							
STATEMENT OF FACTS BY HATCH / DECLARACION DE HECHOS POR ESCOTILLA							
NAME OF THE SHIP / NOMBRE DE LA NAVE:		NUMBER SHIP/NUMERO NAVE:	PIER / MUELLE:	DATE COMMENCED / FECHA DE INICIO:			
NYK LAURA		20230035	1 y 2	13 de enero de 2023 13.30 hr			
SUPPLYING OF PERSONAL / PROVEEDORA DE PERSONAL:		NUMERO DE SOLICITUD:	HOLD / ESCOTILLA N°:	DATE FINISHED / FECHA DE TERMINO:			
COOPETRAMUPA		10878	2	14 de enero de 2023 10.15 hr			
GRUA# 2 13/01/2023 13:30:00 14/01/2023 10:15:00 20.75 95 14.81 4.57 16.01							
Hour / Hora	Began Inicio	Finished Terminó	Description of Events / Descripción de acontecimientos				
ENERO 13, 2023							
	08:00		SHIP'S ARRIVAL / ARRIBO DE NAVE				
	10:54		APPROACHING PILOT / PILOTO A BORDO				
	11:30		FIRST LINE TO PIER / PRIMERA LINEA A TIERRA				
	11:54		BERTH TO PIER / ATRAQUE				
11:54	12:04		PLACING GANGWAY / COLOCANDO ESCALA				
	12:20		OFFICIAL VISIT / VISITA OFICIAL				
12:20	13:30		UNATTACH LOADS / DESTRIQUE DE CARGA				
13:30	13:32		DISCHARGE FULL CONTAINERS / DESCARGA CONTDRS. LLENOS				
13:32	13:46		STAND BY ANY TRUCKS SPC / ESPERA CAMIONES SPC				
13:46	14:47		DISCHARGE FULL CONTAINERS / DESCARGA CONTDRS. LLENOS				
14:47	15:00		BLOKED PIN DUNNAGE / TROMPO ATASCADO				
15:00	15:01		SHIFT CHANGE / CAMBIO DE TURNO				
15:01	15:11		BLOKED PIN DUNNAGE / TROMPO ATASCADO				
15:11	15:17		DISCHARGE FULL CONTAINERS / DESCARGA CONTDRS. LLENOS				
15:17	15:37		BLOKED PIN DUNNAGE / TROMPO ATASCADO				
15:37	15:38		DISCHARGE FULL CONTAINERS / DESCARGA CONTDRS. LLENOS				
15:38	16:00		STAND BY ANY TRUCKS SPC / ESPERA CAMIONES SPC				
16:00	16:06		DISCHARGE FULL CONTAINERS / DESCARGA CONTDRS. LLENOS				
16:06	16:20		STAND BY ANY TRUCKS SPC / ESPERA CAMIONES SPC				
16:20	16:26		DISCHARGE FULL CONTAINERS / DESCARGA CONTDRS. LLENOS				
16:26	17:00		PLACING SAFETY BASKET / COLOCANDO CANASTA DE SEGURIDAD				
17:00	18:45		DEFECTIVE CONTAINER OR CELL / CONTAINER O CELDA DEFECTUOSA				
18:45	19:10		RETIRING SAFETY BASKET / RETIRANDO CANASTA DE SEGURIDAD				
19:10	19:36		DISCHARGE FULL CONTAINERS / DESCARGA CONTDRS. LLENOS				
19:36	20:03		RESTOW ON BOARD COVER HATCH / REESTIBA A BORDO TAPAS BODEGA DESTAPANDO				
20:03	20:21		DEFECTIVE CONTAINER OR CELL / CONTAINER O CELDA DEFECTUOSA				
20:21	20:26		RESTOW ON BOARD COVER HATCH / RESTIBA A BORDO TAPAS BODEGA TAPANDO				
20:26	20:32		DEFECTIVE CONTAINER OR CELL / CONTAINER O CELDA DEFECTUOSA				
20:32	20:43		GANG STAND BY MANEUVER / CUADRILLA ESPERANDO POR MANIOBRA				
20:43	20:47		DISCHARGE FULL CONTAINERS / DESCARGA CONTDRS. LLENOS				
Maquinaria		General	Mov Desglose	Escotilla2	Escotilla7	Escotilla8	+

Demoras	Demoras Informa	Oper. Port	Demoras Ambiental	Demoras Puerto	Demoras Nave	Demoras Consign.	Tiempo laborado
104,3	83,5	7,9	-	4,2	7,4	-	1,3
08.00	08.00						
10.54	10.54						
11.30	11.30						
11.54	11.54						
00.10					00.10		
12.20	12.20						
01.10					01.10		
00.02		00.02					
00.14				00.14			
01.01		01.01					
00.13					00.13		
00.01				00.01			
00.10					00.10		
00.06		00.06					
00.20					00.20		
00.01		00.01					
00.22				00.22			
00.06		00.06					
00.14				00.14			
00.06		00.06					
00.34		00.34					
01.45					01.45		
00.25		00.25					
00.26		00.26					
00.27		00.27					
00.18					00.18		
00.05		00.05					
00.06					00.06		
00.11					00.11		
00.04		00.04					

Fuente: Administración del INCOP.

8.2. Apéndice A: Estudio de Tiempo del mes de enero.

		ene-24			
		Tiempo en Minutos			
Secuencia	Actividades	500 MOV	750 MOV	1000 MOV	
1	Atraque del buque	48,00	48,00	48,00	
2	Amarre del buque al puesto de atraque	9,00	9,00	9,00	
3	Colocación de escala	5,90	5,90	5,90	
4	Personal de estiba aborda el buque	4,50	4,50	4,50	
5	Liberar la carga de importación	60,00	80,00	100,00	
6	Movilización de la maquinaria del puerto	9,60	9,60	9,60	
Ocurre en simultaneo	7	Descarga de contenedores de importación	385,00	575,00	767,00
	8	Carga Refrigerada Transporte a patio 6	32,40	48,60	64,80
	9	Carga Común Transporte a patio 1 o 2	243,00	364,50	486,00
	10	Apilar los contenedores en los patios de carga	278,10	417,15	556,20
	11	Cambio de Turno	60,00	80,00	100,00
	12	Recepción de la carga de exportación	50,00	50,00	50,00
	13	Carga de contenedores de exportación	300,00	450,00	600,00
	14	Sujetar la carga de exportación	45,00	60,00	75,00
	15	Personal de estiba abandona el buque	5,00	5,00	5,00
	16	Retiro de escala	7,00	7,00	7,00
	17	Desatraque del Buque	50,00	50,00	50,00
Σ		Tiempos de Demora	207,92	277,02	337,72
		Tiempo total de Estadía del buque	1 248,74	1 713,75	2 170,36
		Tiempo total en horas	20,81	28,56	36,17
		Tiempo Neto de Operación	18,35	25,28	32,21

Fuente: Elaboración propia.

8.3.Apéndice B: Estudio de Tiempo del mes de febrero.

		feb-24			
		Tiempo en Minutos			
Secuencia	Actividades	500 MOV	750 MOV	1000 MOV	
1	Atraque del buque	52,00	52,00	52,00	
2	Amarre del buque al puesto de atraque	9,70	9,70	9,70	
3	Colocación de escala	6,85	6,85	6,85	
4	Personal de estiba aborda el buque	5,25	5,25	5,25	
5	Liberar la carga de importación	60,00	80,00	100,00	
6	Movilización de la maquinaria del puerto	9,80	9,80	9,80	
Ocurre en simultaneo	7	Descarga de contenedores de importación	381,82	572,73	763,64
	8	Carga Refrigerada Transporte a patio 6	32,40	48,60	64,80
	9	Carga Común Transporte a patio 1 o 2	243,00	364,50	486,00
	10	Apilar los contenedores en los patios de carga	278,10	417,15	556,20
11	Cambio de Turno	60,00	80,00	100,00	
12	Recepción de la carga de exportación	50,00	50,00	50,00	
13	Carga de contenedores de exportación	300,00	450,00	600,00	
14	Sujetar la carga de exportación	45,00	60,00	75,00	
15	Personal de estiba abandona el buque	5,00	5,00	5,00	
16	Retiro de escala	7,00	7,00	7,00	
17	Desatraque del Buque	50,00	50,00	50,00	
Σ	Tiempos de Demora	207,92	277,02	337,72	
	Tiempo total de Estadía del buque	1 248,74	1 713,75	2 170,36	
	Tiempo total en horas	20,81	28,56	36,17	
	Tiempo Neto de Operación	18,35	25,28	32,21	

Fuente: Elaboración propia.

8.4. Apéndice C: Estudio de tiempo del mes marzo.

		mar-24			
		Tiempo en Minutos			
Secuencia	Actividades	500 MOV	750 MOV	1000 MOV	
1	Atraque del buque	49,00	49,00	49,00	
2	Amarre del buque al puesto de atraque	11,50	11,50	11,50	
3	Colocación de escala	8,00	8,00	8,00	
4	Personal de estiba aborda el buque	6,00	6,00	6,00	
5	Liberar la carga de importación	60,00	80,00	100,00	
6	Movilización de la maquinaria del puerto	10,10	10,10	10,10	
Ocurre en simultaneo	7	Descarga de contenedores de importación	378,00	580,00	759,00
	8	Carga Refrigerada Transporte a patio 6	32,40	48,60	64,80
	9	Carga Común Transporte a patio 1 o 2	243,00	364,50	486,00
	10	Apilar los contenedores en los patios de carga	278,10	417,15	556,20
11	Cambio de Turno	60,00	80,00	100,00	
12	Recepción de la carga de exportación	50,00	50,00	50,00	
13	Carga de contenedores de exportación	300,00	450,00	600,00	
14	Sujetar la carga de exportación	45,00	60,00	75,00	
15	Personal de estiba abandona el buque	5,00	5,00	5,00	
16	Retiro de escala	7,00	7,00	7,00	
17	Desatraque del Buque	50,00	50,00	50,00	
Σ	Tiempos de Demora	207,92	277,02	337,72	
	Tiempo total de Estadía del buque	1 248,74	1 713,75	2 170,36	
	Tiempo total en horas	20,81	28,56	36,17	
	Tiempo Neto de Operación	18,35	25,28	32,21	

Fuente: Elaboración propia.

8.5. Apéndice D: Estudio de tiempo del mes de abril.

		abr-24			
		Tiempo en Minutos			
Secuencia	Actividades	500 MOV	750 MOV	1000 MOV	
1	Atraque del buque	51,00	51,00	51,00	
2	Amarre del buque al puesto de atraque	10,00	10,00	10,00	
3	Colocación de escala	7,25	7,25	7,25	
4	Personal de estiba aborda el buque	4,50	4,50	4,50	
5	Liberar la carga de importación	60,00	80,00	100,00	
6	Movilización de la maquinaria del puerto	10,50	10,50	10,50	
Ocurre en simultaneo	7	Descarga de contenedores de importación	385,00	563,00	763,00
	8	Carga Refrigerada Transporte a patio 6	32,40	48,60	64,80
	9	Carga Común Transporte a patio 1 o 2	243,00	364,50	486,00
	10	Apilar los contenedores en los patios de carga	278,10	417,15	556,20
11	Cambio de Turno	60,00	80,00	100,00	
12	Recepción de la carga de exportación	50,00	50,00	50,00	
13	Carga de contenedores de exportación	300,00	450,00	600,00	
14	Sujetar la carga de exportación	45,00	60,00	75,00	
15	Personal de estiba abandona el buque	5,00	5,00	5,00	
16	Retiro de escala	7,00	7,00	7,00	
17	Desatraque del Buque	50,00	50,00	50,00	
Σ	Tiempos de Demora	207,92	277,02	337,72	
	Tiempo total de Estadía del buque	1 248,74	1 713,75	2 170,36	
	Tiempo total en horas	20,81	28,56	36,17	
	Tiempo Neto de Operación	18,35	25,28	32,21	

Fuente: Elaboración propia.