

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

**ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE  
MEJORA EN EL CICLO DE ALMACENAMIENTO DE  
CONTENEDORES EN UN TERMINAL PORTUARIO**

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Industrial**, que presentan los bachilleres:

**Jhoselyn Isabel Barrios Azaña**  
**Maira Elizabeth Quispe Casazola**

**ASESOR: José Alan Rau Alvarez**

Lima, mayo de 2016

## RESUMEN

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo principal brindar un plan de mejora en el ciclo de almacenamiento de contenedores en un terminal portuario, que abarca los problemas de inadecuada asignación de ubicación de contenedores en el patio y la congestión en el flujo de almacenamiento.

En la etapa de recepción y despacho se propone una reducción del tiempo en el ingreso o salida de balanza, mediante el uso de kaizenes. Esto permitirá una reducción del 55% del tiempo invertido para la recepción de contenedores y un 44% para el despacho. Además se propone la implementación de señalética en el patio de contenedores, mediante el uso de gestión visual que permite reducir los tiempos de traslados desde el ingreso hasta las zonas de exportación e importación en un 38% y 53%, respectivamente. También, se propone una adecuada planificación de recursos que permita un cumplimiento de asignación de recursos de 94%. De esta forma, todo el proceso disminuye en un 45%, logrando cumplir con los estándares de las entidades reguladoras del terminal portuario.

En la etapa de almacenamiento de contenedores de exportación, se propone una planificación en base a la capacidad de cada bloque y tiempo de llegada de los contenedores, utilizando pronósticos por cada servicio que brinda el terminal. Esto permitirá disminuir la cantidad de removidos en un 67% e incrementar la productividad de las operaciones.

En la etapa de almacenamiento de contenedores de importación se propone una planificación en base a la capacidad de cada bloque y a los depósitos frecuentes que retiran contenedores por servicio, utilizando un análisis ABC dinámico. Esto permitirá reducir la cantidad de removidos en un 50%.

Finalmente, estas propuestas generan un impacto positivo en la viabilidad económica del terminal portuario pues con una inversión de S/. 81,533 se obtiene una VAN de S/. 105,996 y un TIR de 55% en la etapa de recepción y despacho. Adicionalmente, para la etapa de almacenamiento, se obtiene un ahorro de S/. 1, 665,619 anual.

**TEMA DE TESIS**

PARA OPTAR : Título de Ingeniero Industrial

ALUMNO(A) : **JHOSELYN ISABELBARRIOS AZAÑA**  
**MAIRA ELIZABETH QUISPE CASAZOLA**

CÓDIGO : 20101575  
20102615

PROPUESTO POR : JOSÉ ALAN RAU ALVAREZ

ASESOR(A) : JOSÉ ALAN RAU ALVAREZ

TEMA : ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA EN EL CICLO DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES EN UN TERMINAL PORTUARIO

Nº TEMA :

FECHA : San Miguel, 28 de octubre del 2015

**JUSTIFICACIÓN:**

Los puertos son considerados como parte importante del comercio exterior, ya que es la puerta hacia el resto del mundo.

En el Perú, este rubro se ha ido modernizando desde las concesiones realizadas en el 2010 a las empresas privadas APM Terminal y DP World del muelle norte y sur respectivamente, consiguiendo de esta forma que el volumen de las exportaciones e importaciones de carga contenedorizada crecieran hasta un 36% durante el primer trimestre del 2014<sup>1</sup>. Es por ello que los terminales deben contar con una planificación ante escenarios de crecimiento a fin de ser competitivas y flexibles al cambio. Esta planificación debe contemplar la cantidad de contenedores que se van a recibir, almacenar y despachar provenientes de la exportación e importación.

Además, es importante considerar no solo la cantidad de contenedores sino los indicadores de nivel de servicio que se brinda a los clientes pues es el reflejo de operaciones eficientes dentro de un puerto.

Por esta razón, se debe analizar y proponer mejoras en todo el ciclo de almacenamiento. En la recepción, se busca disminuir tiempos de operación, eliminar demoras y traslados innecesarios mediante el uso de Kaizenes. En el almacenamiento y despacho, se puede aplicar modelos de demanda de movimientos de contenedores, en base a pronósticos, que se desarrollen a partir de datos estadísticos históricos, para realizar una estrategia de patio. Esta estrategia buscará

---

<sup>1</sup> Según la Comunidad Andina. Perú 21. Marte 08 de Julio 2014

adaptarse a los distintos escenarios que se presenten y en base a la frecuencia de contenedores que ingresan y retiran los clientes se pueda desarrollar una clasificación ABC dinámica.

En conclusión, es necesario analizar el proceso en el ciclo de almacenamiento de contenedores: recepción, almacenamiento y despacho, a fin de emplear estrategias y/o herramientas que resuelvan problemas ante escenarios previstos e imprevistos que optimicen sus operaciones.

#### **OBJETIVO GENERAL:**

Proponer mejoras de procesos en el ciclo de almacenamiento de contenedores en un terminal portuario que permitan desarrollar procesos de exportación e importación de manera eficiente.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Analizar la situación actual del terminal portuario e identificar los problemas principales.
- Identificar las herramientas y/o estrategias que resuelvan los problemas identificados.
- Plantear propuestas de mejora en cada etapa del ciclo de almacenamiento.
- Evaluar el impacto económico que genera la propuesta de tal manera que se justifique las mejoras en el ciclo de almacenamiento.

#### **PUNTOS A TRATAR:**

##### **a. Marco teórico (JIBA-MEQC)**

Se basa en el estudio teórico y conceptual de las herramientas de análisis de la situación actual, métodos de pronósticos de la demanda de movimientos de contenedores y gestión de almacenes.

##### **b. La empresa y sus procesos. (JIBA-MEQC)**

Descripción pertinente de la empresa así como sus principales procesos, servicios y recursos empleados.

##### **c. Análisis y diagnóstico de la situación actual. (JIBA-MEQC)**

Consta de un análisis de los procesos realizados en el patio de contenedores así como un diagnóstico de su método de operación actual con el objetivo de detectar los principales problemas.

##### **d. Propuesta de mejora en el ciclo de almacenamiento. (JIBA-MEQC)**

En la etapa de recepción, se propone la utilización de kaizenes que mejoren el flujo de la operación. En la etapa de almacenamiento y despacho, se procede a realizar pronósticos de movimientos de contenedores que permitan estimar su comportamiento. Después, se empleará una clasificación ABC por día para exportación e importación en base a los pronósticos.

**e. Evaluación económica. (JIBA-MEQC)**

Se determinará la viabilidad y la evaluación económica de las propuestas de mejora.

**f. Conclusiones y recomendaciones. (JIBA-MEQC)**

-----

ASESOR

(JIBA) : Jhoselyn Isabel Barrios Azaña

(MEQC): Maira Elizabeth Quispe Casazola



A mis padres maravillosos, por ser el pilar fundamental de mi formación, por brindarme su incondicional apoyo y por ser mi motivación para seguir adelante cada día de mi vida.

Los amo.

Jhoselyn Isabel Barrios Azaña

A mis padres, por demostrarme que nada es imposible con esfuerzo y dedicación, y por ser la fuerza que me motiva ser cada día mejor.

Maira Elizabeth Quispe Casazola



## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiarnos, cuidarnos y acompañarnos en las decisiones que tomamos día a día.

A nuestros padres, a quienes dedicamos todos nuestros logros por el amor, enseñanzas y el apoyo incondicional que nos han brindado en cada etapa de nuestras vidas, siempre estaremos en deuda con ustedes.

A nuestros hermanos, por motivarnos a ser el ejemplo que ustedes merecen.

A nuestra Universidad y a todos los profesores de la plana docente, quienes nos enseñaron a desarrollarnos profesionalmente y cuyo aprendizaje nos motiva a seguir aprendiendo.

Al Ing. José Rau Alvarez, nuestro asesor, por el compromiso y guía en la elaboración de la tesis.

A Juan Manuel Collazos, por su valioso aporte desde el inicio hasta el final en el desarrollo de este trabajo de tesis, aunque no estuviste físicamente con nosotras, siempre estuviste y estarás en nuestros corazones.

## INDICE

INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE TABLAS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Terminal Portuario.....	4
1.2.1. Concepto y objetivos.....	4
1.2.2. Subsistemas.....	5
1.3. Herramientas de análisis.....	6
1.3.1. Diagrama Causa – Efecto.....	6
1.3.2. Curva de Pareto .....	7
1.4. Pronósticos.....	8
1.4.1. Patrones de demanda .....	8
1.4.2. Métodos de pronósticos .....	8
1.5. Gestión de almacenes.....	10
1.5.1. Ciclo de almacenamiento.....	11
1.5.2. Técnica ABC .....	12
1.6. Mejora de procesos .....	13
1.7. Herramienta de manufactura esbelta.....	13
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	16
2.1. Descripción general de la empresa.....	16
2.1.1. Sector y actividad económica.....	16
2.1.2. Perfil organizacional.....	17
2.1.3. Estructura Organizacional.....	17
2.1.4. Servicios .....	19
2.1.5. Tipos de clientes.....	20
2.1.6. Análisis FODA.....	20
2.2. Procesos.....	22
2.2.1. Proceso principal y sub procesos .....	22
2.2.2. Indicadores de rendimiento del proceso principal.....	25
2.2.3. Soporte informático de los procesos .....	26
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	27



3.1.	Identificación del proceso clave .....	27
3.2.	Identificación de los problemas .....	31
3.3.	Análisis de causas de los problemas .....	34
3.3.1.	Inadecuada asignación de ubicación de contenedores .....	35
3.3.2.	Congestión en el flujo de almacenamiento de contenedores .....	42
3.4.	Diagnóstico.....	56
CAPÍTULO 4: PROPUESTAS DE MEJORA .....		58
4.1.	Propuesta de mejora en la recepción y despacho.....	58
4.1.1.	Reducción del tiempo en el ingreso o salida de balanza .....	58
4.1.2.	Gestión visual del patio .....	66
4.1.3.	Planificación de recursos .....	72
4.2.	Propuesta de mejora en el almacenamiento para exportación.....	81
4.2.1.	Requerimientos de procesos para la implementación de la mejora ...	81
4.2.2.	Beneficios a obtener por la implementación de la mejora .....	89
4.3.	Propuesta de mejora en el almacenamiento-importación .....	91
4.3.1.	Requerimientos de procesos para la implementación de la mejora ...	91
4.3.2.	Beneficios a obtener por la implementación de la mejora .....	97
CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA .....		99
5.1.	Evaluación económica de la etapa Recepción y despacho .....	99
5.1.1.	Inversión de implementación.....	99
5.1.2.	Ahorro de implementación .....	102
5.1.3.	Análisis económico .....	103
5.2.	Evaluación económica de la etapa de Almacenamiento .....	104
5.2.1.	Inversión de implementación.....	104
5.2.2.	Ahorro de implementación .....	105
5.2.3.	Análisis económico .....	106
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		107
BIBLIOGRAFÍA.....		110

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Subsistemas de Almacenamiento .....	6
Figura 2. Diagrama Causa-Efecto .....	7
Figura 3. Ejemplo de Diagrama de Pareto .....	7
Figura 4. Clasificación de pronósticos .....	9
Figura 5. Clasificación ABC mediante Pareto.....	12
Figura 6: Simbología de Diagrama de Operaciones .....	14
Figura 7: Fases de implementación .....	14
Figura 8. Misión y Visión de un terminal portuario.....	17
Figura 9. Organigrama simplificado del Terminal portuario.....	19
Figura 10. Servicios por tipo de carga .....	19
Figura 11. Flujograma de Gestión de operaciones con contenedores.....	23
Figura 12: Procesos estratégicos .....	27
Figura 13. Diagrama de Pareto del impacto económico de los problemas .....	34
Figura 14. Tiempo de despacho por operación.....	37
Figura 15. Productividad con grúa pórtico.....	37
Figura 16: Diagrama Ishikawa del problema Inadecuada asignación de ubicación de contenedores .....	39
Figura 17. Análisis de la causa principal con el método del porqué .....	41
Figura 18. Cantidad de Transacciones por día .....	43
Figura 19. Diagrama de flujo del proceso de inspección y asignación a balanza a balanza .....	44
Figura 20. Posibles traslados para asignar una balanza disponible .....	46
Figura 21. Tiempo de llegada de zona balanza a cada bloque de exportación.....	48
Figura 22 Tiempo de llegada de zona balanza a cada bloque de exportación.....	48
Figura 23. Diagrama de Spaguetti de la situación actual .....	49
Figura 24. Diagrama de recorrido actual de la recepción y almacenamiento de contenedores .....	53
Figura 25. Diagrama de recorrido actual del despacho de contenedores .....	54
Figura 26. Diagrama Ishikawa del problema Congestión en el flujo de almacenamiento de contenedores .....	55
Figura 27. Señales propuestas .....	59
Figura 28. Propuesta de casetas de balanza .....	60
Figura 29. Distribución de balanzas para contenedores.....	61
Figura 30. Proceso de inspección y asignación a balanza propuesto.....	64
Figura 31. Puntos críticos que requieren un tipo de señal de información .....	67
Figura 32. Señal orientadora al ingreso por la zona de balanza .....	68
Figura 33. Señales direccionales en las zonas 1-4 y zona 5 .....	68
Figura 34. Señales identificativas en cada zona .....	68
Figura 35. Señalización nocturna .....	69
Figura 36. Mapa portable entregado a los usuarios externos.....	69
Figura 37. Diagrama de Spaguetti de la recepción y almacenamiento propuesto ....	72
Figura 38. Operaciones de embarque con RS y camiones internos .....	73
Figura 39. Diagrama de recorrido propuesto de la recepción y almacenamiento ....	77

Figura 40. Diagrama de recorrido propuesto de despacho ..... 80

Figura 41. Porcentaje del tipo de operación por servicio ..... 86

Figura 42. Propuesta de planificación de contenedores ..... 89

Figura 43. Productividad de grúa pórtico en prueba piloto de la estrategia de patio 90

Figura 44. Depósitos por servicio ..... 92

Figura 45. Distribución por depósito propuesto para Lunes - Martes ..... 94

Figura 46 Distribución por depósito propuesto para Miércoles - Jueves ..... 95

Figura 47 Distribución por depósito propuesto para Viernes - Sábado ..... 96

Figura 48 Distribución por depósito propuesto para Domingos ..... 97



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Código CIU del terminal portuario.....	16
Tabla 2. Matriz EFI del Terminal portuario.....	20
Tabla 3. Matriz EFE del Terminal portuario.....	21
Tabla 4. Reserva de ventana de algunas líneas navieras.....	24
Tabla 5. Matriz enfrentamiento de criterios.....	29
Tabla 6. Matriz de priorización de subproceso crítico.....	30
Tabla 7. Matriz de priorización de subproceso crítico.....	31
Tabla 8. Problemas dentro de la planificación de patio.....	32
Tabla 9. Tasa de Removidos por operación.....	35
Tabla 10. Pérdida económica anual por motivo de huelgas.....	36
Tabla 11. Matriz de priorización de causas del problema Inadecuada asignación del patio de contenedores.....	40
Tabla 12. Planificación de recursos por tipo de maquinaria.....	42
Tabla 13. Principales demoras al ingreso al patio de contenedores.....	46
Tabla 14. Días de inoperatividad por balanza.....	47
Tabla 15. DAP de recepción y almacenamiento de contenedores.....	49
Tabla 16. DAP del proceso de despacho de contenedores.....	50
Tabla 17. Matriz de priorización de causas.....	56
Tabla 18. Priorización de soluciones.....	57
Tabla 19. Características del semáforo de marquesina.....	59
Tabla 20. Cantidad de señales a utilizar.....	59
Tabla 21. Detalles de las capacitaciones programadas.....	62
Tabla 22. Comparación de tiempos por actividades.....	65
Tabla 23. Comparación de tiempos por actividades.....	65
Tabla 24. Requerimientos de señalética.....	70
Tabla 25. Reducción del tiempo de llegada de zona balanza a cada bloque-Exportación.....	71
Tabla 26 Reducción del tiempo de llegada de zona balanza a cada bloque-Importación.....	71
Tabla 27. Detalle del sistema de embarque RS + TT.....	73
Tabla 28. Detalle del sistema de embarque RS y camiones externos.....	74
Tabla 29. Comparación de tiempos por actividades en la recepción.....	75
Tabla 30 Planificación de recursos por tipo de maquinaria.....	75
Tabla 31. DAP propuesto del proceso de recepción y almacenamiento de contenedores.....	76
Tabla 32. DAP propuesto del proceso de despacho de contenedores.....	78
Tabla 33. Resumen de Turn time y tiempo total.....	79
Tabla 34. Proforma de movimientos por semana.....	81
Tabla 35. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio USEC N.....	82
Tabla 36. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio USEC S.....	82
Tabla 37. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio WCSA.....	83

Tabla 38. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio WSA2	83
Tabla 39. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio ATACAMA	83
Tabla 40. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio ATACAMA	84
Tabla 41. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio ANDES N.	84
Tabla 42. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio ANDES S.	84
Tabla 43. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio WLX ...	85
Tabla 44. Pronósticos por servicio para una semana	85
Tabla 45. Cantidad de TEU's almacenados para exportación	86
Tabla 46. Capacidad de bloques de exportación	87
Tabla 47. Ingreso de contenedores de exportación días antes del atraque de la nave por servicio	87
Tabla 48. Reducción de la tasa de removidos	90
Tabla 49. Incremento de la productividad	90
Tabla 50. Detalle de movimientos en unidades y TEUS por servicio	91
Tabla 51. TEUS por depósitos del grupo A.	93
Tabla 52. Capacidad de bloques de importación	93
Tabla 53. Reducción de la tasa de removidos	98
Tabla 54. Comparación tiempo de despacho	98
Tabla 55. Inversión en la gestión en la caseta de balanza.	99
Tabla 56. Inversión para el proceso de asignación a balanza	99
Tabla 57. Sueldo de operarios	100
Tabla 58. Inversión para la capacitación	101
Tabla 59. Inversión para la implementación de Gestión visual.	102
Tabla 60. Inversión para la etapa de Recepción y Despacho.	102
Tabla 61. Ahorro debido al turn time.	103
Tabla 62. Ahorro por mantenimiento preventivo	103
Tabla 63. Flujo de inversión en la recepción y despacho	103
Tabla 64. Costos iniciales por removidos planificados	104
Tabla 65. Ahorro anual por estrategia de patio en la exportación.	105
Tabla 66. Ahorro anual por estrategia de patio de la importación.	106
Tabla 67. Flujo de inversión en el almacenamiento	106

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el Perú es el tercer país de América Latina en facilitar el flujo de bienes a través de las fronteras y hacia los mercados de destino, según el ranking de facilitación del comercio 2014 del World Economic Forum (WEF), por lo que se espera, en el 2015, que la cantidad de exportaciones e importaciones aumenten para lograr así el desarrollo de la población.

Uno de los principales medios que conecta la compra y venta de mercancías es el terminal portuario ya que a grandes volúmenes y traslados, el costo de transporte y almacenaje resulta ser más económico. Como consecuencia de ello, el tráfico de contenedores llega a ser un problema crítico dentro de un terminal, ya que impide el flujo continuo del proceso de exportación e importación.

El patio de contenedores es un almacén donde existe bastante circulación de contenedores. Por esta razón, es de suma importancia planificarlo correctamente para facilitar la recepción, el almacenamiento y despacho.

El objetivo de este trabajo es proponer estrategias de procesos en el ciclo de almacenamiento de contenedores en un terminal portuario que permitan desarrollar procesos de exportación e importación de manera eficiente.

En el primer capítulo se desarrolla el marco teórico, donde se explican los conceptos más generales referentes a las terminales marítimas de contenedores, realizando una explicación de los principales subsistemas que lo conforman para que permitan una mejor comprensión al lector de la terminología utilizada en el resto de los capítulos. Además, se mencionaran las principales herramientas de análisis de procesos y las técnicas que se utilizaran en las propuestas de mejora.

En el segundo capítulo, se realiza la descripción del terminal portuario, los procesos principales que lo conforman, los servicios brindados y los recursos necesarios para desarrollarlos.

En el tercer capítulo, se muestra el análisis y diagnóstico del terminal portuario en el proceso de Gestión de operaciones donde se identificará los principales problemas que afectan a los indicadores del terminal.

En el cuarto capítulo, se desarrollan las propuestas de mejora aplicando las herramientas mencionadas en el primer capítulo. Se emplearán Kaizenes que mejoren el flujo de la operación y se realizarán pronósticos de movimiento de

contenedores que permitan estimar su comportamiento para luego realizar clasificación ABC por día para exportación e importación con el fin de planificar el patio de contenedores.

En el quinto capítulo, se muestra el impacto económico que se logra con las propuestas, mencionadas en el capítulo anterior, con respecto a la situación actual de la empresa.

Finalmente, en el sexto capítulo se muestran las conclusiones y recomendaciones del trabajo desarrollado.



## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo, se presentan los conceptos que serán utilizados para el análisis de la situación actual en la planificación del patio de contenedores y las propuestas de mejora que se desarrollen. En primer lugar, se mencionan dos antecedentes que desarrollaron estrategias de mejora mediante herramientas, que se utilizarán en el presente trabajo, y con los cuales lograron obtener resultados significativos en su estudio. Luego, se definen los conceptos generales del terminal portuario de contenedores y los subsistemas que lo conforman. Asimismo, se mencionan algunas herramientas de análisis de procesos que se utiliza en el caso de estudio. Después, se desarrollan métodos pronósticos que permitan estimar la demanda de movimientos de contenedores. Finalmente, se exponen los principales conceptos de gestión de almacenes, herramientas de mejora de procesos y de manufactura esbelta.

### 1.1. Antecedentes

La mejora continua en un terminal portuario como la implementación de señaléticas en los patios de contenedores que oriente a los clientes y el mejoramiento de acceso al puerto es clave para agilizar sus operaciones, ofrecer un mejor nivel de servicio a los clientes.

El Terminal portuario de Arica según indica el boletín del puerto respectivo en el 2013, instaló señaléticas dirigida a choferes con la finalidad de guiarlos y facilitar su labor en los tiempos de carguío, generó un acceso más eficiente en el proceso de recepción y despacho de contenedores, habilitó las pistas aledañas al puerto, alineó la logística del puerto con la logística del usuario para disminuir recursos, entre otros proyectos.

Estos proyectos lograron mejorar la imagen ornamental del patio, posicionarlo en el mercado mundial y mejorar el nivel de servicio. Por ejemplo, el puerto de Arica logró posicionarse como el cuarto terminal más grande de Chile. Asimismo, marcó un nuevo record de transferencia de carga superando los 3 millones.

Por otro lado, la política ABC, en la actualidad, es muy usada en los grandes almacenes de empresas productoras y retails; sin embargo, otros tipos de almacenes como los terminales portuarios requieren una clasificación ABC de tal manera que considere una .demanda cambiante.



Benjamien Pierre (2003) desarrolla una “Política ABC de almacenamiento dinámico en entornos de demandas irregulares” de acuerdo al número diario de pedidos de las líneas. A diferencia del almacenamiento estático tradicional, la clasificación ABC dinámica se revisa en el corto plazo y es más apropiado en caso de demandas fluctuantes.

La política de almacenamiento ABC se basa en el análisis de Pareto, es decir, en clasificar los artículos en tres clases (A, B, C) en función de su contribución al número total de líneas de pedidos. Además, Pierre menciona que es necesario determinar la ruta más corta que el operador tiene que recorrer a través del almacén con el fin de recoger los artículos. Por ello, propone una heurística dinámica ABC a través de un proceso iterativo.

El objetivo principal de esta heurística es reducir el tiempo de viaje promedio por día, mientras que el objetivo real es reducir el tiempo de trabajo promedio por día (tiempo de pedido y tiempo de picking). De esta forma, el autor obtiene resultados satisfactorios al comparar su heurística dinámica con una política de almacenamiento estática.

Por lo tanto, Pierre concluye que las variantes dinámicas de almacenamiento ABC es necesario para entornos de demandas irregulares, pero la heurística utilizada debe adaptarse para cada situación particular con el fin de obtener mejores resultados.

## 1.2. Terminal Portuario

En esta sección se realiza una breve descripción de un terminal de contenedores mostrando los diferentes subsistemas que lo conforman.

### 1.2.1. Concepto y objetivos

Un terminal portuario es la unidad operativa de un puerto, habilitada para proporcionar intercambio modal y servicios portuarios. Esta incluye la infraestructura, las áreas de depósito transitorio y las vías internas de transporte (Ley del Sistema Portuario Nacional, 2003). Sin embargo las terminales de contenedores se difieren de otros tipos de terminales debido a cuatro aspectos:

- a. La estandarización de elemento transportado (contenedor).
- b. La estandarización en la forma de manipulación portuaria.

- c. Alto nivel de intercambios que se precisan.
- d. La tecnología utilizada para generar rentabilidad de la terminal.

El objetivo de un terminal de contenedores es permitir el intercambio de contenedores entre los nodos del transporte terrestre y marítimo, proporcionando los medios y la organización necesaria para que se produzca en las mejores condiciones de eficiencia, rapidez, seguridad y respeto al medio ambiente.

### 1.2.2. Subsistemas

Un terminal portuario es un sistema integrado, con conexión física y de información con redes de transporte terrestres y marítimas, compuesto por cuatro subsistemas. (Monfort, 2011) como se muestra en la Figura 1.

- a. Subsistema de embarque y descarga de contenedores  
Encargado de resolver la interfaz marítima, es decir, contempla la infraestructura, equipamiento (muelle, medios de carga y descarga, etc.) y las relaciones con los agentes implicados en esta fase.
- b. Subsistema de almacenamiento  
Ocupa la mayor superficie del terminal, cuya disposición y extensión está ligada no solo al tráfico que los demás subsistemas reclaman, sino a la elección de los medios de manipulación que se emplearan en este subsistema. Este subsistema contempla los contenedores provenientes de la exportación, contenedores que se reciben del nodo terrestre, e importación, contenedores que se reciben del nodo marítimo.  
Existen tres zonas de almacenamiento:
  - Almacenamiento general: Hacer referencia a todos los contenedores que difieren del resto.
  - Almacenamiento de contenedores vacíos: Este espacio permite el almacenamiento de contenedores vacíos, que por su condición pueden apilarse en mayor altura que el resto y son manipulados por maquinaria diferente.
  - Almacenamiento de contenedores refrigerados (reefers): Estos contenedores contienen una unidad refrigeración integrada, por lo que requieren de suministro de electricidad para que mantengan la cadena de frío.
- c. Subsistema de recepción y despacho terrestre

Conformada por las puertas terrestres para camiones, con aquellas instalaciones que se dispongan para facilitar la captación de alto volumen de información que en esa zona se adquiere y los espacios precisos para realizar esa operación. Este subsistema contempla los contenedores de exportación e importación.

d. Subsistema de interconexión interna.

Asegura el transporte horizontal de la carga entre los subsistemas anteriores. Comprende la solución tecnológica adoptada en cada caso para los movimientos físicos y de información que se precisan.

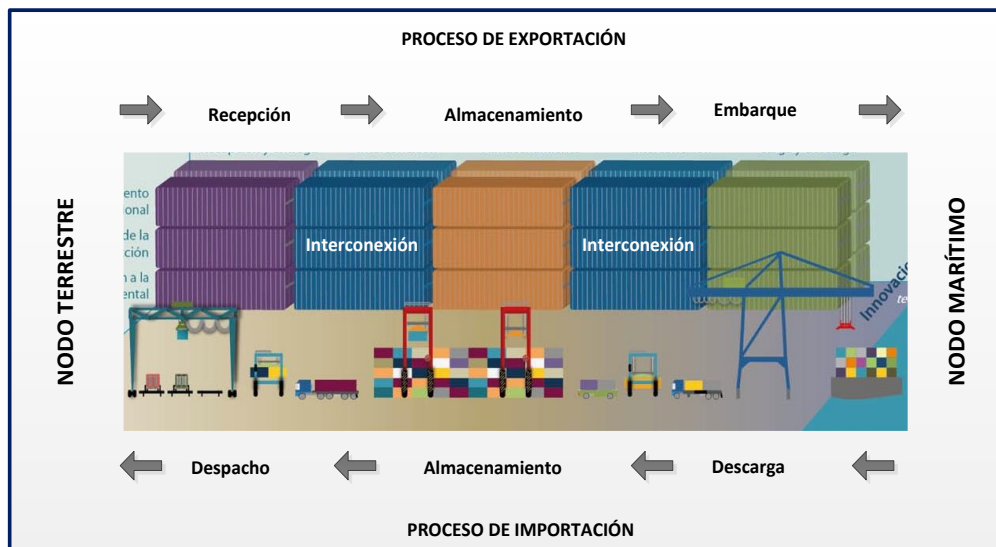


Figura 1. Subsistemas de Almacenamiento  
Fuente: Diario Cadena de Suministro (España 2013) / Elaboración propia

### 1.3. Herramientas de análisis

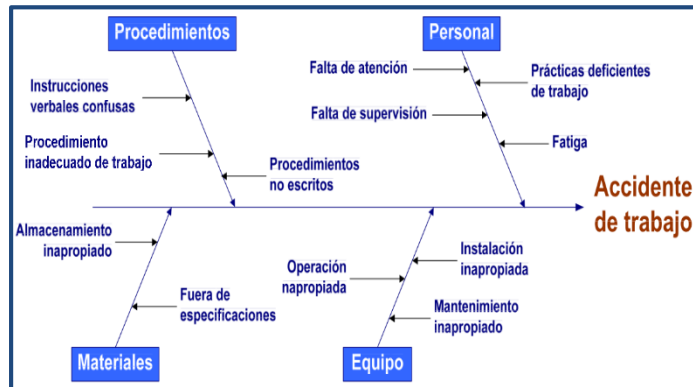
Las herramientas estadísticas presentadas en esta sección son consideradas como las básicas para el proceso de la metodología de análisis y solución de problemas.

#### 1.3.1. Diagrama Causa – Efecto

Permite analizar y detectar las causas y sub-causas de un problema y comunicarlas para facilitar su solución. Según Bonilla (2010), las principales causas en las organizaciones se agrupan generalmente en seis aspectos: medio ambiente, medios de control, maquinaria, mano de obra, materiales y métodos de trabajo.

Este diagrama también es conocido como espina de pescado, por la forma del diagrama como se muestra en la Figura 2, o diagrama Ishikawa, ya que fue desarrollado por Karou Ishikawa. La metodología que emplea es la lluvia de ideas y

tiene su máximo valor cuando se trabaja en equipo; es decir, mediante el enunciado de muchas ideas en un grupo de discusión, se definen las causas más probables, luego las más importantes y, finalmente, se corrobora que influyan sobre el efecto.

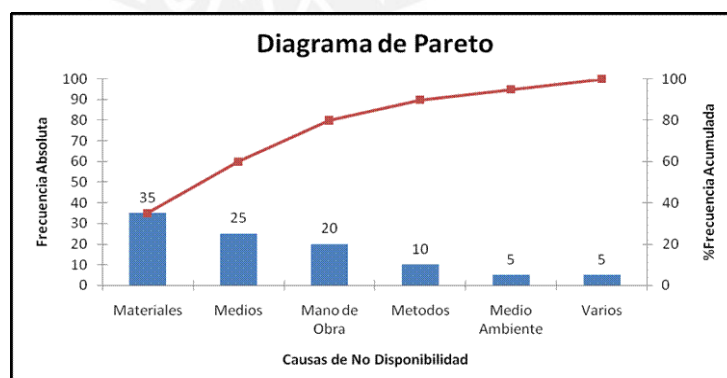


**Figura 2. Diagrama Causa-Efecto**  
Fuente: Rbjconsultores (2014)

### 1.3.2. Curva de Pareto

Permite determinar el impacto de determinados elementos sobre un aspecto siguiendo el principio de Pareto, quien estableció en términos de promedio, que 80% de las cosas que ocurren son de poca importancia y sólo el restante 20% muy importante (Principio 80-20). En la figura 3, se muestra un ejemplo de este diagrama.

El diagrama de Pareto clasifica a los elementos de acuerdo al impacto que causan en el efecto: A contiene el 20% de los elementos y el 80% de impacto; B, el 30% de los elementos y el 15% de impacto; y C, el 50% de los elementos y sólo un 5% de impacto. De esta forma, se centra los esfuerzos en la clase A, pues son los elementos prioritarios y la causa raíz de los problemas.



**Figura 3. Ejemplo de Diagrama de Pareto**  
Fuente: Mejora continua de procesos. Bonilla (2010)

## 1.4. Pronósticos

Existen diferentes pronósticos para determinar una demanda futura, los cuales deben ser escogidos según el patrón que siguen los datos a pronosticar. Por ello, se explicará dos temas: los patrones de demanda y los métodos de pronóstico.

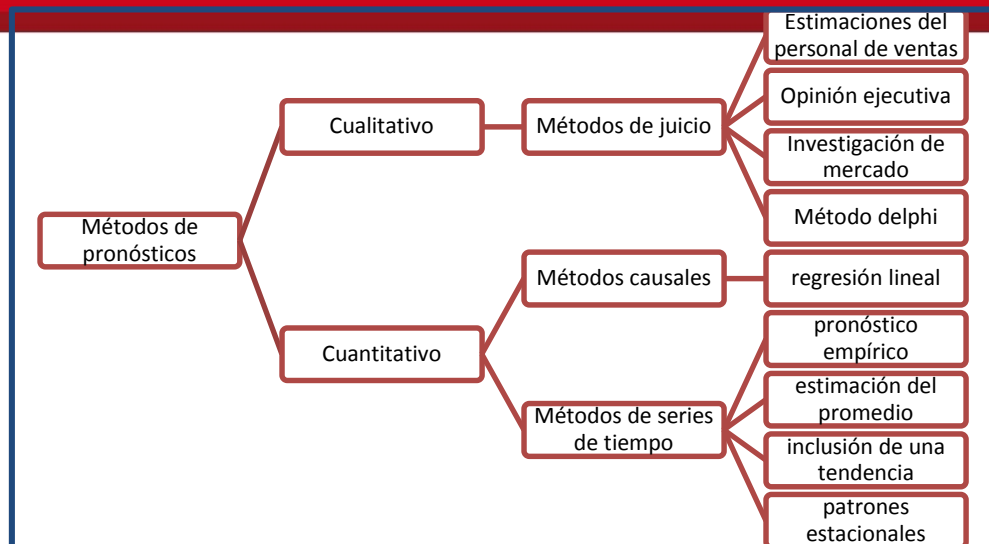
### 1.4.1. Patrones de demanda

En la mayoría de negocios, la demanda de bienes y servicios presentan variabilidad a través del tiempo. Por esta razón, es necesario emplear patrones de demanda para pronosticarla. Para la elaboración de pronósticos, se emplean métodos estadísticos y matemáticos que se fundamentan en el análisis de datos históricos conocidos como series de tiempo. “Una serie de tiempo es un conjunto de observaciones registradas en puntos sucesivos en el tiempo a lo largo de periodos subsecuentes” (Collier y Evans, 2007: 443). Existen cinco patrones frecuentes que explican una serie de datos (Krajewski, 2008).

- Horizontal: Los datos varían alrededor de una línea constante y horizontal.
- Tendencia: Los datos incrementan o disminuyen en una serie de tiempo.
- Estacional: Los patrones repiten incrementando o disminuyendo a lo largo de un periodo corto.
- Cíclico: A diferencia del estacional, el periodo de repetición es más largo. Este tipo de patrón es afectada básicamente por el ciclo económico y el ciclo de vida del producto.
- Aleatorio: Los datos varían de manera imprevisible, por lo que no se puede pronosticar la demanda.

### 1.4.2. Métodos de pronósticos

Los resultados de los pronósticos representan un factor decisivo para una empresa, razón por la cual es importante combinar dos importantes métodos para que pronóstico se asemeje más a la realidad: cualitativos y cuantitativos. A continuación, se explica mediante un diagrama los tipos de pronósticos, ver Figura 4.



**Figura 4. Clasificación de pronósticos**  
Pronósticos. Krajewski (2008) / Elaboración propia

En el presente trabajo, se explicará algunos principales métodos de series de tiempo (Krajewski, 2008).

#### a. Promedios móviles simples

Consiste en calcular la demanda promedio del periodo de las últimas demandas, por lo que dicho promedio sería el pronóstico a emplear. Para determinar el nuevo pronóstico de demanda del siguiente periodo, será necesario promediar la demanda real con las demandas más recientes para así obtener el nuevo promedio.

$$F_{t+1} = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n+1}}{n}$$

Donde,

$D_t$  = demanda real en el periodo  $t$

$n$  = cantidad de periodos incluidos en el promedio

$F_{t+1}$  = Pronóstico para el promedio  $t+1$

#### b. Suavización exponencial

Es muy parecido al método de promedio móvil ponderado. La diferencia se visualiza básicamente en la mayor ponderación a las demandas más recientes. Este método es el más usado, hoy en día, ya que es sencillo y sólo necesita tres datos: el pronóstico del último periodo, la demanda real de ese periodo y un parámetro de suavizamiento ( $\alpha$ ), el cual es establecido por la empresa. Cabe resaltar que a mayor  $\alpha$ , se brinda mayor ponderación a la demanda más reciente, mientras que a menor  $\alpha$ , se producen pronósticos más estables con poca capacidad de respuesta.

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(D_t - F_t)$$

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

Donde,

$F_{t+1}$  = Pronóstico para el promedio t+1

### c. Inclusión de una tendencia

Con el objetivo de que los pronósticos se ajusten mejor a una tendencia, se sugiere emplear el método de suavizamiento exponencial ajustado a la tendencia. Este método es importante cuando la demanda histórica presenta una tendencia significativa, sea creciente o decreciente.

El método de suavizamiento exponencial ajustado a la tendencia consiste en incorporar una tendencia al método de suavizamiento exponencial. Además de esto, se requiere dos coeficientes de suavizamiento: parámetro de suavizamiento para el promedio ( $\alpha$ ) y parámetro de suavizamiento para la tendencia ( $\beta$ ). A continuación, se muestra las ecuaciones para el cálculo del promedio y la tendencia que se utilizarán para cada periodo.

$$A_t = \alpha D_t + (A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$F_{t+1} = A_t + T_t$$

Donde,

$D_t$  = demanda en el periodo t

$A_t$  = Pronóstico inicial para el periodo t.

$T_t$  = tendencia para el periodo t.

$\alpha$  = parámetro de ajuste para el promedio, con un valor de 0 y 1

$\beta$  = parámetro de ajuste para la tendencia, con un valor de 0 y 1

$F_t$  = pronóstico en el periodo t+1.

## 1.5. Gestión de almacenes

Un almacén es un espacio debidamente dimensionado, para una ubicación y manipulación eficiente de materiales y mercancías, de tal manera que se consiga una

máxima utilización de volumen disponible con unos costes operacionales mínimos (Anaya, 2008).

### 1.5.1. Ciclo de almacenamiento

Todos los almacenes tienen actividades en común. Las actividades principales que ocurren en la mayoría de almacenes son recepción, almacenamiento, preparación de pedidos y despacho (Frazelle, 2007).

#### a. Recepción.

La recepción es un conjunto de actividades que implica el ingreso de productos, descarga, aseguramiento de que la cantidad de productos coincida con lo pedido y colocación de los productos en la zona de almacenamiento. En un patio de contenedores, el aseguramiento consiste en corroborar que la cantidad de contenedores a almacenar coincida con la cantidad de contenedores aseguradas en previo acuerdo.

#### b. Almacenamiento

Implica guardar y conservar los productos de tal manera que estos se encuentren seguros. Es importante, dentro de un almacén, optimizar el espacio físico, minimizar los recorridos de colocado y recojo, y velar por la seguridad de los operarios, por esta razón, el método y estrategia de almacenamiento depende del tamaño, característica y cantidad del inventario, y capacidad de los bloques en un almacén.

Los principios de almacenaje son los siguientes (Pau, 2001).

- La planificación de almacenaje debe regirse según las políticas generales de la empresa.
- Deben minimizarse espacio empleado utilizando el máximo volumen del almacén.
- Deben minimizarse el tráfico interior. Esto depende de las distancias de recorrido y la frecuencia de los movimientos.
- Los movimientos deben ser mínimos; por ello se deben aprovechar los medios disponibles y la utilización de las cargas completas
- Las buenas condiciones ambientales y de seguridad incrementan la productividad del personal; por esta razón, es fundamental reducir los riesgos.
- A través de los años, las necesidades van evolucionando, por ello, se requiere un almacén flexible en cuanto estructura e implantación.



### c. Preparación de pedido

La preparación de pedidos es una de las actividades más críticas ya que requiere una gran cantidad de mano de obra para realizar el etiquetado, rotulado de cajas, ensamblaje, entre otras; sin embargo, en un patio de contenedores, no es necesario realizar estas funciones pues los contenedores se entregan tal cual fueron recibidos.

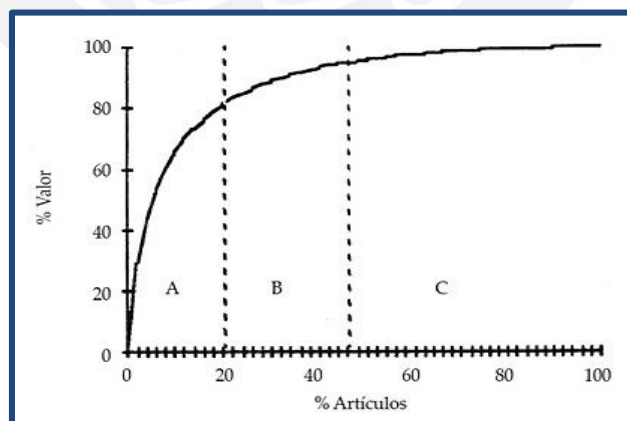
### d. Despacho

Para entregar los productos, se solicita la entrega de un documento, cambio de una orden, vale de salida, nota de entrega, entre otros. En un patio de contenedores, es fundamental que la ubicación del contenedor se encuentre accesible que el tiempo de despacho sea rápido.

### 1.5.2. Técnica ABC

En un terminal portuario, se trabaja con una gran cantidad de contenedores de diferentes valores ya sea por el nivel de rotación, nivel de ventas, peso volumen, costo, entre otros. Por esta razón, se requiere planificar la ubicación de los contenedores cuya posición sea estratégica.

Un método para detectar y clasificar un ítem de un almacén según su valor es la técnica ABC (Ferrín, 2007), mostrada en la figura 5. De esta manera, se puede mejorar el control de la mercadería con diferentes medidas según la categoría en que se encuentre.



**Figura 5. Clasificación ABC mediante Pareto**  
Fuente: Mejora continua de los procesos. Bonilla (2010) / Elaboración propia

Esto se lee de la siguiente manera: “Del total de 100 % de ítems, el 20 % es representa el 65% de rotaciones del almacén”. Este 20% pertenece a la clasificación A por lo que dichos contenedores deben ser localizadas en un lugar de fácil acceso.

## 1.6. Mejora de procesos

Implica rediseñar y cambiar la forma como se está desarrollando un proceso por lo que es necesario eliminar duplicidades, estandarizar las actividades, mejorar la eficiencia de los recursos, reducir el tiempo de ciclo, realizar alianzas con el proveedor, entre otros.

Los siguientes diagramas permitirán realizar el análisis del proceso inicial y mejorado.

### a. Diagrama de flujo de procesos

El diagrama de flujo de procesos es una representación gráfica de la secuencia de actividades o pasos que ocurren en un proceso o en un procedimiento, que se identifican mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza (Alfonso García, 1986).

### b. Diagrama de análisis de proceso (DAP)

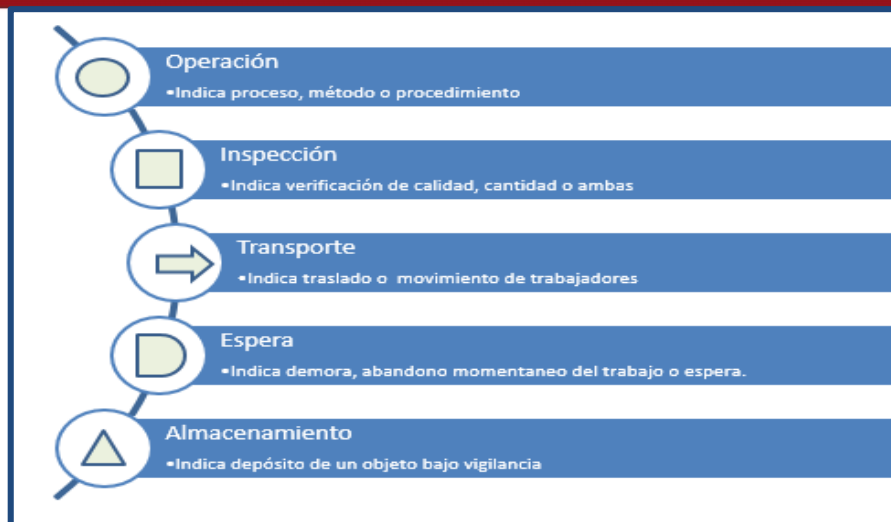
Es la representación gráfica de la secuencia de todas las actividades involucradas en un proceso mediante símbolos, el cual permite analizar a más detalle un diagrama de flujo de procesos. Este se caracteriza por mostrar los tiempos que requieren cada actividad, recorridos empleados, así como las demoras involucradas (Organización Internacional del trabajo, 1996). En la figura 6, se explica la simbología utilizada.

### c. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es un plano de la fábrica o zona de trabajo, hecho más o menos a escala, que muestra la posición correcta de las máquinas y puestos de trabajo (Organización Internacional del trabajo, 1996). En este diagrama se traza el DAP desarrollado con el fin de identificar las actividades que se realizan en cada zona de trabajo.

## 1.7. Herramienta de manufactura esbelta

La manufactura esbelta ofrece herramientas que minimizan el muda, todo tipo de desperdicios, mediante la mejora continua. A continuación se explican algunas herramientas.



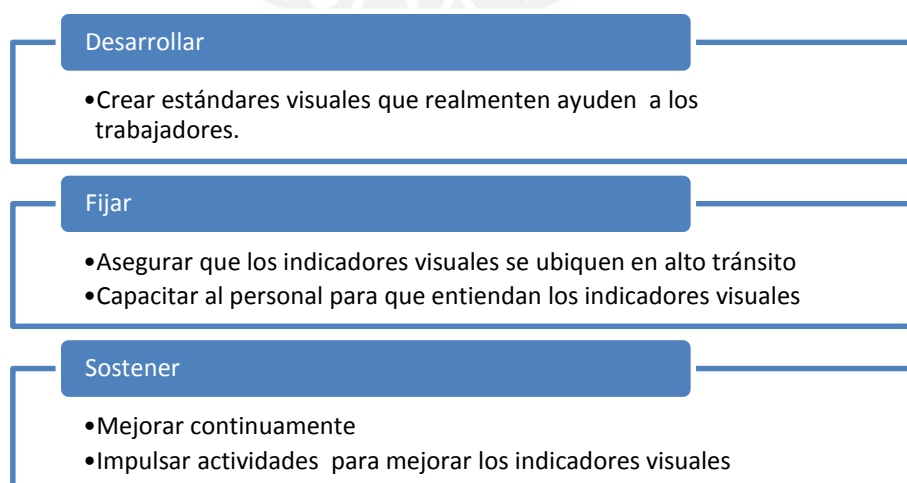
**Figura 6: Simbología de Diagrama de Operaciones**  
Elaboración propia

**a. Kaizen**

Kaizen significa mejora continua y es un sistema donde se acepta las sugerencias de los empleados para resolver problemas específicos que involucran desperdicio para así trabajar en un entorno con procesos eficientes (Shing\*o Shigeo, 1909).

**b. Gestión visual**

La gestión visual permite comunicar las directrices definidas en un área de trabajo mediante la visibilidad de documentos, señales, instrucciones, layouts de planta, gráficos de flujo, etc. En la figura 7, se muestra las fases de implementación de gestión visual.



**Figura 7: Fases de implementación**  
Fuente: Mckinsey (2008)/ Elaboración propia

### c. 5s

Las 5s son cinco principios japoneses que permite mejorar la calidad y la productividad en cualquier área de trabajo. La nominación se debe a que sus nombres en japonés comienzan con S (Rey, 2005).

- Seiri (clasificar): Esta S implica separar lo que es necesario de lo que no es necesario y tirar lo que es inútil.
- Seiton (ordenar): Se coloca y se establece normas de orden para cada cosa que sirve.
- Seiso (limpiar): Se identifica los focos de suciedad y se limpia el área de trabajo.
- Seiketsu (Estandarizar): Se establece estándares de limpieza mediante control visual para mantener y controlar las 3 primeras S.
- Shitsuke (Disciplina): Implica convertir las 4s en una forma natural de actuar.

### d. Poka yoke

Implica evitar defectos, ya que un producto defectuoso genera: inspección, retrabajo, rechazos y pérdida de productividad. En esta herramienta se maneja el Sistema de Control de Calidad CERO DEFECTOS, el cual consiste en la inspección en la fuente, 100% de inspecciones y retroalimentación inmediata.

## CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

En este capítulo, se brindará la información necesaria de la empresa y sobre su gestión actual de almacenes. Además de esto, se abarcará en la descripción de los servicios que ofrece, los clientes con quienes trabaja, los procesos principales y sus indicadores.

### 2.1. Descripción general de la empresa

El lugar de estudio es un terminal marítimo multipropósito que abarca el muelle norte del Callao. Se encarga de brindar servicio de carga y descarga de contenedores y carga general como: metales, granos, fertilizantes y químicos, carbón, vegetales, aceite de pescado, maquinarias, entre otros. Además, ofrece el servicio de almacenaje de carga al igual que un almacén extraportuario.

#### 2.1.1. Sector y actividad económica

Esta empresa pertenece al sector de transporte, almacenamiento y telecomunicaciones (I) debido a que brinda servicios logísticos marítimos y su actividad económica asignada (código CIIU) es de Actividades de transporte complementarias y auxiliares, actividades de agencia de viaje (63). Sin embargo, esta operadora de puertos hace referencia a la subdivisión de la actividad económica mencionada, como lo muestra la tabla 1.

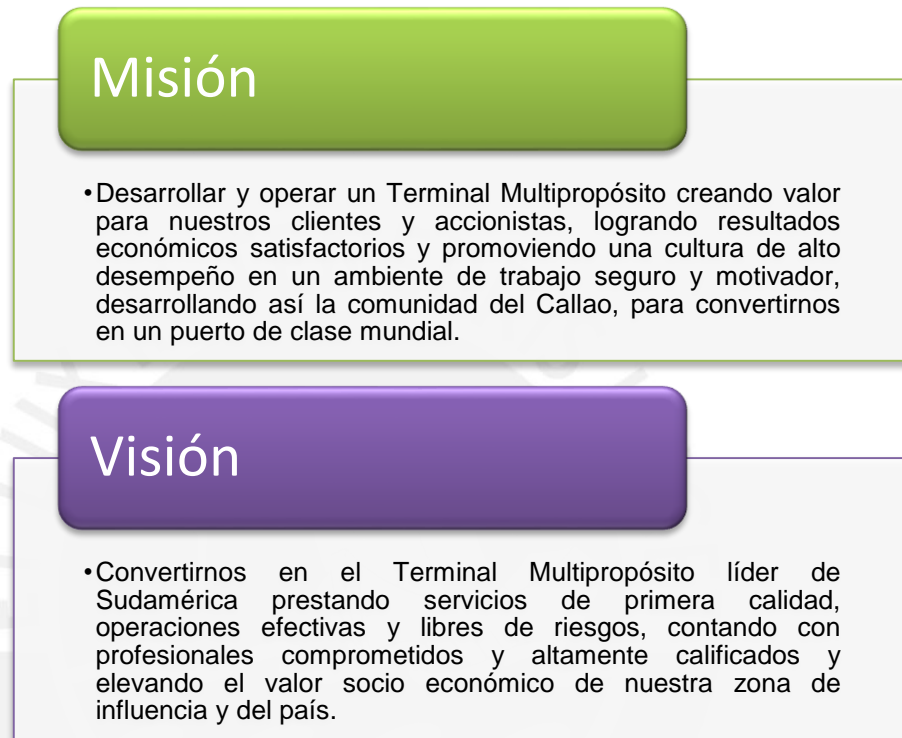
Tabla 1. Código CIIU del terminal portuario

<b>6301-</b>	<b>Manipulación de Carga</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 01 Actividades de estibas y desestibas</li> <li>✓ 02 Carga y descarga de mercancías y equipaje</li> </ul>
<b>6302-</b>	<b>Almacenamiento y Depósito</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 01 Almacenamiento de automóviles</li> <li>✓ 08 Almacenes para mercancías varias</li> <li>✓ 11 Silos de granos</li> </ul>
<b>6303-</b>	<b>Otras actividades de transporte complementarias</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 01 Actividades de control de tráfico</li> <li>✓ 04 Actividades de practicaaje y atracada</li> <li>✓ 13 Muelles</li> <li>✓ 14 Puertos</li> </ul>
<b>6309-</b>	<b>Actividades de otras agencias de transporte</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 01 Agrupación y fraccionamiento de las cargas</li> <li>✓ 07 Pesada y muestreo de la carga</li> <li>✓ 09 Recepción y aceptación de la carga</li> <li>✓ 10 Suministro de información sobre tarifas</li> <li>✓ 12 Verificación de facturas</li> </ul>

Elaboración propia

### 2.1.2. Perfil organizacional

La misión y visión de la empresa son oficiales a nivel de toda la corporación del terminal portuario y se encuentra difundido a través de todos sus colaboradores, ver figura 8.



**Figura 8. Misión y Visión de un terminal portuario**  
Fuente: Terminal Portuario (2015)

El objetivo principal se fija en servir a los clientes de forma segura y libre de riesgo, esto se refleja en su forma de trabajo “Safety life” de parte de todos sus colaboradores. Por esta razón, la presente tesis contribuirá en desarrollar operaciones efectivas y servicios de primera calidad en el terminal de acuerdo a su visión.

### 2.1.3. Estructura Organizacional

Dado que el organigrama es muy amplio, se procederá a resumir la explicación en diez áreas y departamentos que contribuyen al funcionamiento de la empresa de forma sólida liderados por los Head Departments, gerentes de cada área.

**Departamento comercial:** Es el responsable de la atención al cliente: pre-servicio y post-servicio, atiende los reclamos en caso lo hubieran y algunas dudas que los clientes suelen tener acerca del servicio.

**Departamento de operaciones:** Se divide en tres sub-áreas

- ✓ **Mantenimiento:** Es el responsable de realizar el mantenimiento preventivo de los equipos que se utilizan tales como Grúas Pórtico, Terminal Trucks, Lift Truck, etc.; además, se encargan de atender a los equipos cuando estos presentan alguna falla, ya sea por operatividad o antigüedad.
- ✓ **Operaciones generales:** Se encarga de realizar los procedimientos, controlar los tiempos presentando indicadores de productividad, eficiencia, eficacia para el servicio de embarque y descarga de contenedores y los servicios adicionales que ofrece el puerto.
- ✓ **Operación Carga general:** Tiene las mismas funciones de operaciones generales, pero para el servicio de carga general como graneles, líquidos, carga fraccionada, proyectos, entre otros.

**Departamento de finanzas:** Es el responsable de administrar y gestionar de forma adecuada los recursos financieros y contables de la empresa.

**Departamento legal:** Es el responsable de brindar asesoría legal y seguimiento a las decisiones que se establezcan en la empresa. También se encarga de elaborar y revisar los contratos de la organización.

**Área de seguridad y salud ocupacional:** Responsable de tomar las medidas y decisiones adecuadas para trabajar en un ambiente seguro, reduciendo el número de accidentes y muertes e incidentes y eliminando las condiciones inseguras.

**Área de IT:** Responsable de brindar apoyo computacional (help desk), gestionar los recursos informáticos y establecer tecnologías con el fin de desarrollar mejoras en el puerto.

En la figura 9, se muestra un organigrama simplificado.



**Figura 9. Organigrama simplificado del Terminal portuario**  
Fuente: Terminal portuario (2014)

### 2.1.4. Servicios

El servicio brindado es de embarque, descarga, estiba, desestiba transbordo, consolidación de carga y almacenamiento de carga temporal dependiendo del tipo de carga que se emplee: contenedores, carga general o cruceros, ver figura 10.



**Figura 10. Servicios por tipo de carga**  
Fuente: Terminal portuario (2013)

En el caso de contenedores, el servicio consiste en el embarque, descarga, transbordo y consolidación de contenedores con la opción del uso de grúas pórtico, grúas móviles y grúas de patio.

En las operaciones se utilizan las grúas de patio (RTG), las Reach Stackers (RS) y Terminal Trucks (TT). Los contenedores pueden ser de 20 o 40 pies, llenos, vacíos



o reefer. La unidad de cobro se basa en la cantidad de movimientos o ciclos realizados.

### 2.1.5. Tipos de clientes

Los clientes están claramente diferenciados de acuerdo a su función que desempeñan, entre ellos se encuentran las líneas navieras, agentes marítimos y dueños de la carga.

- Línea naviera: Son dueños de contenedores y algunas veces de grandes buques que trasladan diferente tipos de carga. Las líneas navieras más importantes son Maersk y MSC.
- Agente marítimo: Actúa como representante de las diferentes líneas navieras y ejecuta fases terrestres del transporte marítimo, entregando y recibiendo la carga.
- Dueño de la carga: Son aquellos que realizan la exportación o importación de productos de acuerdo a sus necesidades. En este caso, se tiene a los depósitos extraportuarios y los agentes de aduanas. Los primeros son centros de almacenamiento que trabajan directamente con los dueños de la carga. Los segundos no poseen un centro de almacenamiento ya que reciben y entregan los contenedores directamente a los dueños de la carga.

### 2.1.6. Análisis FODA

A partir de un análisis interno de la empresa de los principales factores que tienen influencia en la empresa se obtuvo la siguiente matriz EFI, ver tabla 2.

Tabla 2. Matriz EFI del Terminal portuario

MATRIZ EFI	Peso	Calificación	Total ponderado
<b>Fortalezas</b>			
1. Concesión por 30 años garantiza marco jurídico estable	0.04	3	0.12
2. Empresa transnacional con amplia experiencia en el rubro	0.04	4	0.16
3. Dirección a cargo de Gerentes Extranjeros altamente especializados	0.09	4	0.36
4. Convenios comerciales con grandes líneas navieras	0.12	4	0.48
5. Capacidad financiera y respaldo de la empresa matriz	0.05	3	0.15
6. Proyecto de modernización de infraestructura en ejecución	0.1	4	0.4
<b>Debilidades</b>			
1. Gerencia extranjera no conoce cultura local	0.03	2	0.06

2. Alta rotación de personal	0.05	2	0.1
3. Mala relación con sindicato portuario	0.1	1	0.1
4. Obligación de contratar personal de ONAPU	0.12	1	0.12
5. Ley de trabajo portuario complica despedir malos elementos	0.04	1	0.04
6. No existe escala remunerativa	0.04	1	0.11
7. No existe personal capacitado en el rubro en el mercado laboral	0.11	1	0.11
8. Mayoría de maquinaria es obsoleta	0.07	2	0.14
<b>Total</b>	<b>1</b>		<b>2.38</b>

Fuente: Terminal Portuario / Elaboración propia

Como se puede observar, se obtuvo una puntuación de 2.38 lo cual significa que el terminal portuario es una empresa débil en lo interno, ya que posee una puntuación menor a 2.5. Asimismo, se puede afirmar que una de las principales fortalezas son los convenios comerciales que posee el terminal con las líneas navieras.

Por otro lado, mediante la matriz de evaluación de factores externos, mostrada en la tabla 3, se evaluará la manera en que las estrategias de la empresa están respondiendo a los factores (oportunidades y debilidades).

Tabla 3. Matriz EFE del Terminal portuario

Matriz EFE	Peso	Calificación	Total ponderado
<b>Oportunidades</b>			
1. Crecimiento del mercado laboral	0.09	3	0.27
2. Tratados de libre comercio	0.12	2	0.24
3. Aumento del comercio exterior	0.13	3	0.39
4. Incremento de carga en container	0.05	2	0.1
5. Instalaciones nuevas y modernas que ampliarán capacidad de operaciones	0.1	3	0.3
<b>Amenazas</b>			
1. Competidores con mejores ofertas de servicio	0.11	2	0.22
2. Clientelismo político puede cambiar reglas del juego	0.1	1	0.1
3. Vulnerabilidad ante terremotos y tsunamis	0.1	1	0.1
4. Crisis económica mundial afecta comercio exterior	0.11	2	0.22
5. Niveles de productividad de parte de clientes es muy exigente	0.09	1	0.09
<b>Total</b>	<b>1</b>		<b>2.03</b>

Fuente: Terminal Portuario / Elaboración propia

Dado que se obtuvo un valor de 2.03, se afirma que el grado de eficacia de las estrategias del terminal con respecto a factores externos se encuentra por encima de la media en su esfuerzo por seguir estrategias que alimenten las oportunidades y eviten las amenazas.

## 2.2. Procesos

El análisis de los procesos de la organización permite identificar las actividades que no siguen los lineamientos de la misión de la empresa.

### 2.2.1. Proceso principal y sub procesos

El proceso principal es la Gestión de operaciones, el cual contempla el manejo de los contenedores a través de la planificación de las diversas actividades necesarias para brindar el servicio requerido y la ejecución de lo planificado. Ver figura 11.

Por un lado, se hace la planificación de las operaciones con el fin de disminuir el tiempo de los buques en amarradero así como optimizar el uso de los recursos de la empresa (equipos, personal, maquinaria, entre otros).

Por otro lado, se realiza la ejecución de lo planificado y el monitoreo de los equipos a utilizar para verificar permanentemente la seguridad del personal y de la carga. El personal que forma parte de este proceso respeta lo planeado, y comunica a los planificadores cualquier cambio que se pueda presentar durante las operaciones con el fin de actualizar los planes, que son entregados a la línea naviera y/o agente marítimo. Dentro de este proceso identificamos los siguientes sub procesos:

- Planificación de amarradero:

La planificación de amarradero inicia cuando el coordinador de tráfico recibe el manifiesto (identificación de la nave) y solicitud de atraque de la nave, enviado por el agente marítimo, donde se especifica las características de la nave y de la carga, además de la fecha estimada de arribo (ETA). Luego, se procede a asignarle un amarradero disponible y fecha/hora de atraque, según la programación de naves actualizada y la reserva de ventana, es decir, existen líneas navieras que establecen acuerdos comerciales anuales donde indican los días que llegaran durante la semana y la cantidad de movimientos que se esperan tener denominado servicio, ver tabla 4. Finalmente, el coordinador de tráfico realiza la creación y/o registro de la visita de la nave en el sistema N4.

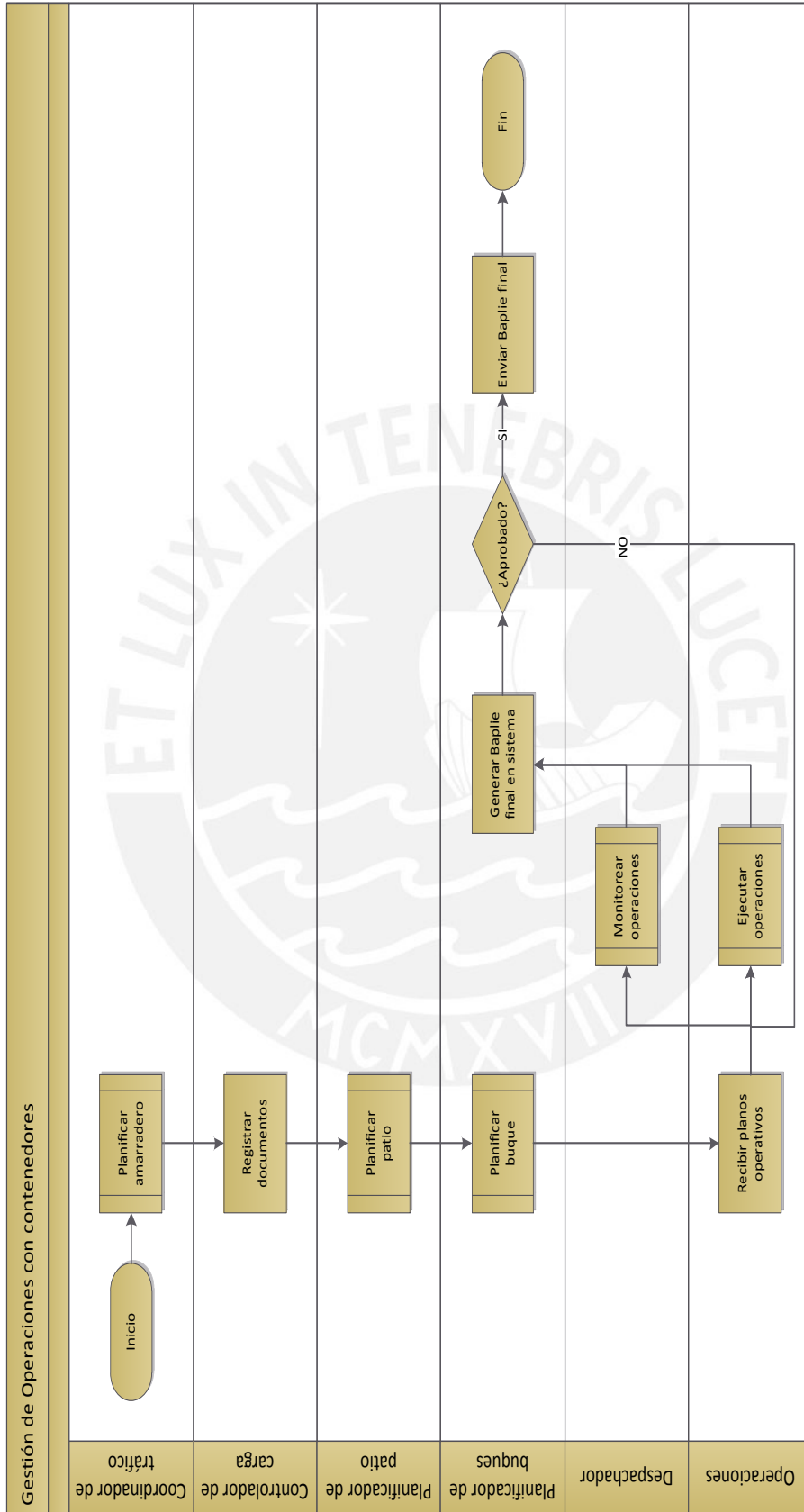


Figura 11. Flujo de Gestión de Operaciones con contenedores  
Elaboración propia

Tabla 4. Reserva de ventana de algunas líneas navieras

Línea naviera	Servicio	Proforma
MSC	USEC N	1000
MSC	USEC S	1000
MSC	WCSA	1200
WHL	WSA 2	1200
MEARSK	ATACAMA	1100
MEARSK	AC3	2100
MSC	ANDES N	1500
MSC	ANDES S	1500
YANG MING	WLX	1200

Fuente: Área comercial del terminal portuario

- Planificación de patio

La planificación de patio se subdivide en la planificación de patio de embarque (exportación) y descarga (importación).

Por un lado, el planificador de patio recibe el listado, enviado por el agente marítimo, de los contenedores que posiblemente serán embarcados en la nave según el espacio que disponga. Luego, asigna los espacios a cada grupo en el sistema Sparcs. Finalmente, recibe el listado de los contenedores finales que serán embarcados, verifica y actualiza su planificación realizada.

Por otro lado, para la planificación del patio de descarga, es necesario considerar la planificación de la nave con los contenedores que serán descargados, información enviada por el agente marítimo. Para ello, crea los grupos de descarga considerando la categoría del contenedor: importación o transbordo. Luego asigna los espacios a cada grupo en el sistema Sparcs. Finalmente, verifica y actualiza la planificación realizada.

- Planificación de buque

El planificador de nave inicia la planificación de la descarga con el baplie de arribo, enviado por el agente marítimo. En este documento se muestra la disposición inicial de los contenedores dentro del buque en el que llegan. Luego, planifica la secuencia de operaciones de grúas que descargarán estos contenedores en el Listado de trabajo de grúa. Luego, planifica la secuencia de operaciones de grúas que embarcarán los contenedores a exportar y los adiciona

al Listado de trabajo de grúa. Finalmente, el planificador envía los planos al despachador y supervisor de naves para su ejecución.

- Monitoreo de operaciones

El monitoreo de operaciones incluye la asignación de equipos de trabajo y la supervisión de las operaciones. Si el tipo de operación es embarque, se asigna la máquina, Reach Stacker, para cargar el contenedor del patio al camión y también asigna el camión (TT) que lo trasladará. Luego, se asegura que el contenedor haya sido ubicado en la posición planificada dentro de la nave, mediante el sistema Sparcs. Por otro lado, si el tipo de operación es descarga, sigue el mismo flujo anterior; es decir, se asigna la máquina, grúa pórtico (STS), para cargar el contenedor del buque al camión, también asigna el camión que lo trasladará y finalmente la máquina, RTG, que recibirá y colocará el contenedor en el patio. Asimismo, se supervisa la colocación del contenedor en la ubicación planificada en patio.

- Ejecución de operaciones

La ejecución de operaciones contempla la descarga, embarque, recepción, almacenamiento y despacho de contenedores según lo planificado.

### 2.2.2. Indicadores de rendimiento del proceso principal

Para controlar las operaciones, se establecen cuatro principales indicadores (KPI) que se detallan a continuación:

a. Niveles de servicio y productividad para cualquier tipo de carga:

Tiempo de atención al usuario para el ingreso y retiro de su mercancía: El tiempo no deberá ser mayor a treinta (30) minutos en promedio computados desde que el chofer ingresa con su unidad al terminal hasta que salga de la misma. Este período de tiempo la empresa lo mide como TURN TIME promedio por turno y por día.

$$\text{TURN TIME} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{fi} - T_{oi}}{n}$$

- b. Niveles de servicio y productividad para operación de contenedores con grúas pódico de muelle existentes

La productividad promedio exigida por cada grúa pódico de muelle, no podrá ser menor de 25 movimientos por hora exigidos por la autoridad portuaria nacional (APN).

$$\text{Productividad} = \text{Número de contenedores movidos por hora/grúa}$$

- c. Cantidad de removidos en patio

Permite medir cuanto representa la cantidad de contenedores exportados o importados por cada movimiento adicional. Es una medida de desempeño que permite monitorear la planificación de patio.

$$\% \text{ de removidos en patio} = \frac{\text{Número de removidos adicionales}}{\text{Número de contenedores embarcados}}$$

### 2.2.3. Soporte informático de los procesos

La planificación de operaciones se realiza a través del sistema SPARCS, el cual es usado en la mayoría de puertos en el mundo. EL sistema sirve para planificar los movimientos que se realizarán en patio de contenedores y en los buques portacontenedores que ingresan a la empresa.

Además, se cuenta con el sistema Navis N4, el cual es una gran base de datos de toda la información de la nave que atracó en el puerto y los contenedores embarcados/descargados. Contempla sus dimensiones, cantidad de movimientos, fecha y hora de atraque/desatraque, el detalle de los movimientos de cada contenedor, los recursos empleados y otros datos específico

## CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo, se realiza un diagnóstico de la empresa en base a su situación actual. Para ello, se identifica el área del proceso clave, luego, su proceso más relevante y, por último, su subproceso más crítico, mediante el uso de una matriz de enfrentamiento de factores importantes para la empresa y una evaluación ponderada de dichos factores. Además, se emplearán herramientas de lluvia de ideas y diagrama de Pareto para determinar los problemas principales. Finalmente, con los problemas identificados se utilizará el diagrama Ishikawa y una matriz de priorización de causas, de tal forma, que a partir de la causa principal se pueda encontrar la causa raíz mediante el método del porqué.

### 3.1. Identificación del proceso clave

Los procesos principales del terminal portuario son aquellos que se encargan directamente del servicio y atención al cliente. La figura 12, muestra como estas se relacionan con los procesos estratégicos y de apoyo.

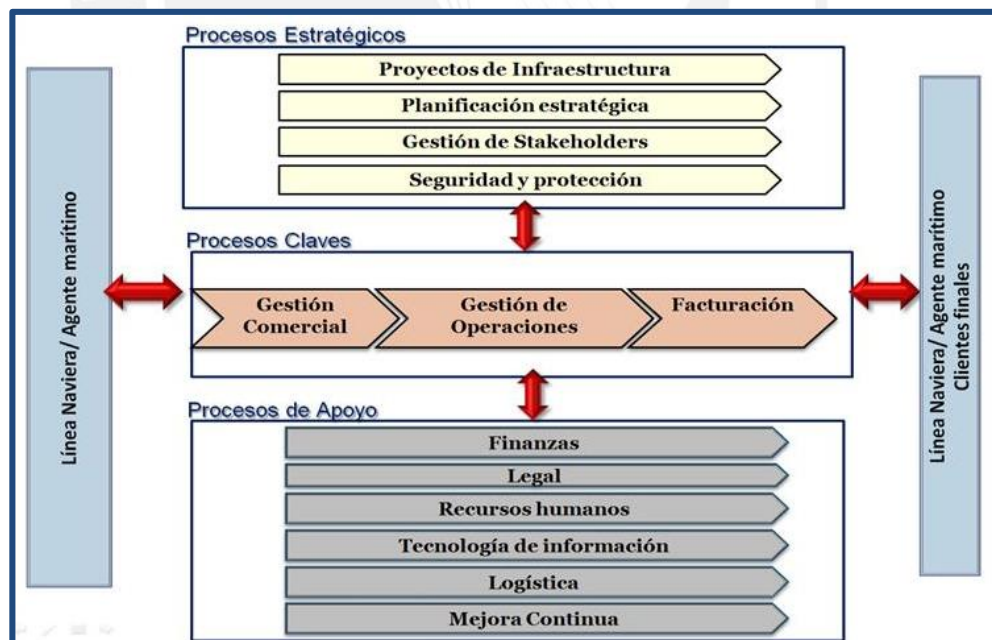


Figura 12: Procesos estratégicos  
Fuente: Terminal Portuario (2014)



**Proyectos de infraestructura:** Incluye construcción y remodelamiento de las instalaciones de tal manera que aporte beneficios económicos y procure el progreso del puerto.

**Planificación estratégica:** Está orientado en desarrollar e implementar los planes con el objetivo de lograr los objetivos y propósitos del puerto.

**Gestión de Stakeholder:** Está orientado a gestionar en actividades que repercuten en los interesados del puerto.

**Seguridad y protección:** Contempla las medidas organizativas y de control de personal y medios de seguridad destinados a garantizar la integridad y custodia de las personas y materiales ante posibles amenazas de diversas índoles.

**Gestión Comercial:** Está orientado a generar alianzas estratégicas o convenios entre el terminal portuario y las líneas navieras; crear nuevos servicios orientados a cubrir necesidades cambiantes y/o brindar facilidades especiales a aquellas navieras con las que se tienen acuerdos, con el fin de captar nuevas alianzas y/o mantener las actuales.

**Gestión de Operaciones:** Contempla el manejo de los contenedores y carga general a través de la planificación de las diversas actividades necesarias para brindar el servicio requerido, así como la ejecución de lo planificado. Se hace una planificación de las operaciones con el fin de disminuir el tiempo de los buques en amarradero así como optimizar el uso de los recursos de la empresa (equipos, personal, maquinaria, entre otros). Además, realiza grandes inversiones en maquinaria y capacitación de personal con el fin del cumplimiento de objetivos.

**Facturación:** El proceso de facturación se encarga de determinar el monto a pagar por los clientes a consecuencia del servicio recibido de parte del terminal portuario. El monto de la factura está en función al tipo de carga embarcada o descargada: por toneladas, en el caso de carga general y a granel; por unidades en el caso de carga rodante; y por contenedores.

**Finanzas:** evalúa la viabilidad de todos los proyectos de la empresa, administra los recursos monetarios del puerto, entre otras.

**Legal:** se encarga de resolver los problemas internos y aplicar las sanciones administrativas correspondientes por faltas al interior de la empresa. También, se encarga de representar a la empresa ante temas de juicio del puerto.

**Recursos humanos:** Involucra temas con el manejo de personal, contrataciones, capacitaciones, entre otros.

**Tecnologías de la información:** Implica tres actividades: helpdesk, sección de infraestructuras y desarrollo de aplicaciones y base de datos.

**Logística:** Involucra el estudio del conjunto de operaciones que permiten el flujo de recursos que una empresa necesita y que envía así como su almacenamiento.

**Mejora continua:** Implica optimizar procesos para aumentar la calidad de los procesos, productos o servicios del puerto.

#### a. Matriz de enfrentamiento

Para la priorización de procesos es necesario considerar cuatro aspectos fundamentales de gran impacto en los objetivos estratégicos de un terminal y en el valor agregado del servicio. Por ello, se definen las siguientes categorías:

- **Objetivos:** Hace referencia al impacto del área en el cumplimiento de objetivos de un terminal:
  - Disminuir el tiempo de estadía de un buque en el muelle
  - Aumentar la productividad en las operaciones
- **ROI:** Hace referencia a la contribución del área en el incremento de la tasa de retorno sobre la inversión ROI
- **Clientes:** Hace referencia en la contribución del área de brindar un servicio de calidad hacia las líneas navieras.
- **Costos:** Hace referencia en los costos que incurre el área para desarrollar sus actividades

A través de una matriz de enfrentamiento, como se muestra en la tabla 5, se establece los pesos de cada categoría según su importancia para el análisis.

Tabla 5. Matriz enfrentamiento de criterios

	Objetivos	ROI	Clientes	Costos	Total	Peso
Objetivos		2	1	2	5	34.5%
ROI	0.5		0.5	2	3	20.7%
Clientes	1	2		2	5	34.5%
Costos	0.5	0.5	0.5		1.5	10.3%
				Total	14.5	

Elaboración propia

## b. Priorización de proceso

En base a las descripción realizada de cada área, se utiliza una escala del 1 al 5 (1 es el menos favorable y 5 el más favorable) para evaluar a cada proceso, ver tabla 6.

**Tabla 6. Matriz de priorización de subproceso crítico**

Procesos	Objetivo		ROI		Clientes		Costos		Total	Prioridad
	34.5 %	Subtotal	20.7 %	Subtotal	34.5 %	Subtotal	10.3 %	Subtotal	100.0 %	
Proyectos de infraestructura	2	0.7	2	0.4	3	1.0	1	0.1	224.5	9
Planificación estratégica	5	1.7	2	0.4	2	0.7	3	0.3	313.8	4
Gestión de Stakeholders	4	1.4	2	0.4	2	0.7	2	0.2	269.0	7
Seguridad y protección	2	0.7	3	0.6	2	0.7	2	0.2	220.7	10
Gestión Comercial	3	1.0	4	0.8	5	1.7	3	0.3	389.7	2
Gestión de Operaciones	5	1.7	5	1.0	4	1.4	1	0.1	424.1	1
Facturación	4	1.4	2	0.4	3	1.0	4	0.4	324.1	3
Finanzas	3	1.0	3	0.6	1	0.3	3	0.3	231.0	8
Legal	2	0.7	2	0.4	2	0.7	2	0.2	200.0	13
Recursos humanos	2	0.7	2	0.4	2	0.7	3	0.3	210.3	11
Tecnologías de la información	2	0.7	3	0.6	1	0.3	4	0.4	206.9	12
Logística	3	1.0	3	0.6	3	1.0	4	0.4	310.3	5
Mejora Continua	3	1.0	3	0.6	3	1.0	3	0.3	300.0	6

Elaboración propia

Como resultado se observa que el proceso de Gestión de Operaciones es clave en un terminal portuario según los criterios definidos con anterioridad. Por ello, se evaluará los sub procesos que intervienen en su desarrollo.

Dentro de este proceso, existen subprocesos establecidos por el terminal portuario los cuales son planificación de amarradero, planificación de patio, planificación de buque, monitoreo de operaciones y ejecución de operaciones. Entonces, mediante la matriz de priorización mostrada en la tabla 7, se encontrará el subproceso crítico.

La calificación se basará según una puntuación de 1 al 5, donde 5 implica un mayor beneficio para el terminal portuario.

Tabla 7. Matriz de priorización de subproceso crítico

Sub procesos	Objetivo		ROI		Clientes		Costos		Total	Prioridad
	34.5 %	Subtotal	20.7 %	Subtotal	34.5 %	Subtotal	10.3 %	Subtotal	100.0 %	
Planificación de amarradero	5	1.7	3	0.6	4	1.4	3	0.3	403.4	3
Planificación de patio	5	1.7	5	1.0	5	1.7	4	0.4	489.7	1
Planificación de buque	4	1.4	4	0.8	4	1.4	2	0.2	379.3	4
Monitoreo de operaciones	4	1.4	3	0.6	3	1.0	1	0.1	313.8	5
Ejecución de operaciones	5	1.7	4	0.8	4	1.4	3	0.3	424.1	2

Elaboración propia

Entonces, mediante este análisis, se puede indicar que los subprocesos críticos son planificación de patio y ejecución de operaciones, motivo por el cual será necesario realizar un análisis más exhaustivo.

### 3.2. Identificación de los problemas

En la planificación de patio, el planificador de patio se encarga de visualizar la capacidad actual del patio, el estado de arribos de las líneas navieras y cantidad de movimientos de contenedores para asignar la posición de los contenedores de entrada y salida; mientras que en la ejecución de operaciones, es necesario llegar a realizarlo según lo planificado o lo más cercano a ello.

#### a) Lluvia de ideas

Con el personal del área de operaciones, planificadores y supervisores, se coordinó una reunión con el objetivo de encontrar los principales problemas, para ello se asignó a uno de los participantes como “moderador” y se aceptó observaciones y comentarios de los demás participantes. Además, se indicó que deberían enfocarse en los temas mencionados anteriormente. Al final de la reunión, se realizó un consolidado de siete problemas relevantes los cuales se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Problemas dentro de la planificación de patio

Problema	Descripción del problema
1	Inadecuada asignación de la ubicación de contenedores
2	Congestión en el flujo de almacenamiento de contenedores
3	Falta de compromiso en el personal que trabaja en la zona operativa
4	Inadecuada gestión del servicio de stucking
5	Alta utilización del patio de almacenamiento
6	Actualización tardía de documentos
7	Ampliación de patio

**Elaboración propia**

A continuación, se detalla una breve descripción de los principales problemas.

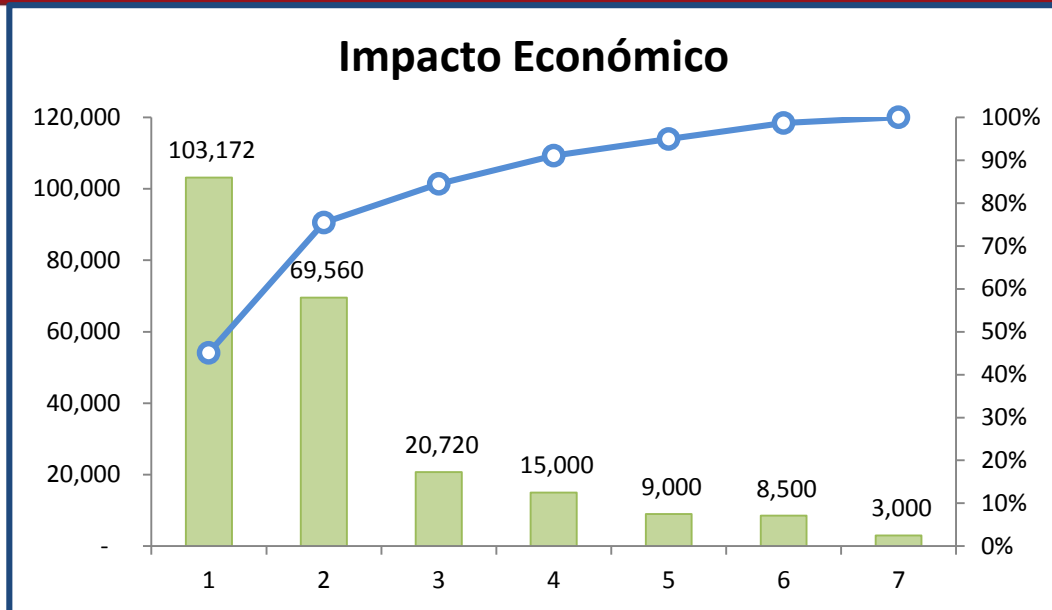
- Inadecuada asignación de la ubicación de contenedores: Debido a esto, la gran mayoría de veces se necesita contenedores que se encuentran enterrados debajo de una ruma de contenedores. Esto ocasiona que se retrase el desarrollo de las operaciones realizando más removidos de contenedores como se muestra más adelante. Además, se incurre en costos de removidos, es decir, costos asociados a todos los movimientos adicionales que se deben realizar para obtener un contenedor enterrado. Este costo es de 7 dólares por contenedor pues involucra la mano de obra y la maquinaria utilizada para realizarlo. Aproximadamente se realizan 14 739 removidos al mes.
- Congestión en el flujo de almacenamiento de contenedores: El flujo de contenedores en la recepción, almacenamiento y despacho es lento debido a las demoras y traslados en cada operación. En estas operaciones se incurre en costos de combustibles y mantenimiento asociados a la maquinaria utilizada. Además, este proceso afecta directamente a indicadores del terminal como productividad y turn time, que tienen un objetivo establecido por las empresas reguladoras. Por ello su incumplimiento, involucra el pago de multas.
- Falta de compromiso del personal que trabaja en zona operativa: La falta de compromiso del personal retrasa las operaciones y hace que sean menos eficientes en el turno, ocasionando grandes pérdidas para la empresa. Por ello, el absentismo, tardanzas y desmotivación afectan directamente al costo de mano de obra no utilizada durante la jornada de trabajo.
- Inadecuada gestión del servicio de stucking: El stucking es el periodo de tiempo en el cual se reciben los contenedores provenientes del nodo externo para su posterior exportación. El tiempo de recepción de contenedores que ingresen al

patio depende del volumen de carga y del arribo de la nave. Sin embargo, este proceso no es equilibrado por día, ya que hay días en los que se recibe la mayoría del total de contenedores a exportar. Esta congestión retrasa las operaciones de la nave, de tal manera que se queden más tiempo operando y perjudicando el ingreso de otros buques al muelle. Este costo de oportunidad por dejar de atender nuevas naves es importante para el análisis.

- Alta utilización de patio: La falta de comunicación con los depósitos ocasiona que los contenedores que se reciben en el patio o que se despachan a los clientes sigan un flujo establecido por el cliente, pues no hay un orden o importancia de atención según la capacidad o programación de amarradero. Esto repercute significativamente en la utilización del patio de contenedores, que por lo general es alta y es compensada por la alta rotación. Sin embargo, se tiene un costo de oportunidad por dejar de atender mayores volúmenes de carga de nueva líneas navieras.
- Actualización tardía de documentos: Se reciben constantemente actualizaciones de los documentos que envía la línea naviera a los planificadores (listados de embarque y descarga), incluso horas antes del arribo de la nave. Esto impide que el planificador de patio planifique con anticipación las operaciones que involucran el arribo de una nave o que se realicen planificaciones preliminares constantes (aproximadamente dos por nave). Las horas de recursos utilizados para estas tareas impide el desarrollo de otras actividades.
- Ampliación de patio: Las obras de ampliación del patio de contenedores, ha reducido significativamente el espacio cubico de las zonas de almacenamiento y por ende el número de naves atendidas. Esto tiene un costo de oportunidad por dejar de atender carga contenedorizada de algunos buques.

#### b) Matriz de selección de los problemas relevantes

Los problemas se miden de acuerdo al impacto económico que generan sus costos, y en base a ello se determinará los problemas relevantes. La figura 13 muestra los costos mensuales en dólares de los problemas identificados mediante el uso de un diagrama de Pareto.



**Figura 13. Diagrama de Pareto del impacto económico de los problemas**  
Fuente: Terminal Portuario (2014)

La inadecuada asignación de ubicación de contenedores y la congestión en el flujo de almacenamiento de contenedores representan el 75% de los costos en la gestión de operaciones que ascienden a 172,732 dólares. Por ello, será necesario un análisis de las causas asociadas a estos problemas.

### 3.3. Análisis de causas de los problemas

Anteriormente, se identificó dos problemas críticos. En este acápite, se realizará un análisis más riguroso a cada uno. Para lograr ello, se empleará la siguiente metodología.

Paso 1. Mediante el diagrama de la espina del pez, se detectarán las principales causas al problema. Asimismo, estas se clasificarán de acuerdo a 4 de las 6 M's: Mano de obra, materiales, método y máquina.

Paso 2. Mediante la matriz de priorización de causas, se encontrará la causa de mayor impacto y ocurrencia dentro de la empresa. Para ello, se manejará puntuaciones de 1 al 5 donde un mayor valor implicará mayor probabilidad o impacto.

Paso 3. Mediante el método del porqué, se detectará la causa raíz así como las posibles soluciones.

A continuación, se evaluará cada problema.

### 3.3.1. Inadecuada asignación de ubicación de contenedores

El diagrama de Ishikawa identifica las causas relacionadas con el problema principal, mediante cuatro factores.

- **Materiales.-** La falta de espacio en el patio no permite que los contenedores sean ubicados ordenadamente, por lo que existen contenedores enterrados que ocasionan una gran cantidad de removidos, movimientos adicionales necesarios para colocar o retirar un contenedor del bloque como se ve en la tabla 9. Cabe mencionar que mientras el indicador de removidos sea mayor, es mejor, pues implica mayor cantidad de contenedores exportados o importados por cada removido. Además, la falta de documentación electrónica a tiempo no permite una planificación, pues muchas veces los contenedores no tienen una asignación anticipada cuando se encuentran en la puerta de ingreso del terminal.

**Tabla 9. Tasa de Removidos por operación**

	Exportación	Importación
Marzo	2.6	1.0
Abril	3.2	1.2
Mayo	3.0	1.1

Fuente: Terminal portuario / Elaboración propia

La tasa de removidos de los meses de Marzo, Abril y Mayo durante el 2015 es de aproximadamente 3 contenedores exportados por removido. Por otro lado, se tiene 1 contenedor importado por cada removido, lo cual evidencia que el proceso de importación es crítico a comparación de la exportación (Anexo 1)

- **Mano de obra.-** Los planeadores de patio no muestran la adecuada capacidad de análisis de datos; es decir, no realizan un estudio del comportamiento de los contenedores que ingresan y salen del terminal. Por otro lado, la falta de un supervisor de patio dificulta la verificación, el monitoreo y ejecución de los procesos realizados en el terminal. Además, los operarios de transporte muestran un comportamiento reactivo frente al cambio que impiden mejoras en la planificación de patio. Los trabajadores, específicamente los estibadores, manifiestan su reacción frente al cambio de nuevas políticas del puerto mediante huelgas, lo cual perjudica a la empresa con pérdidas de dinero.

Se sabe que en el puerto hay 4 semanas acumuladas de huelgas, a lo largo de cada año aproximadamente, periodo en cual solo se atiende el 34% del total de



movimientos de contenedores acordados. Además, el costo de oportunidad por contenedor es de \$15 por contenedor y a la semana se atienden en promedio 9050 contenedores entre exportación e importación.

Ante este panorama, se concluye lo mostrado en la tabla 10.

**Tabla 10. Pérdida económica anual por motivo de huelgas**

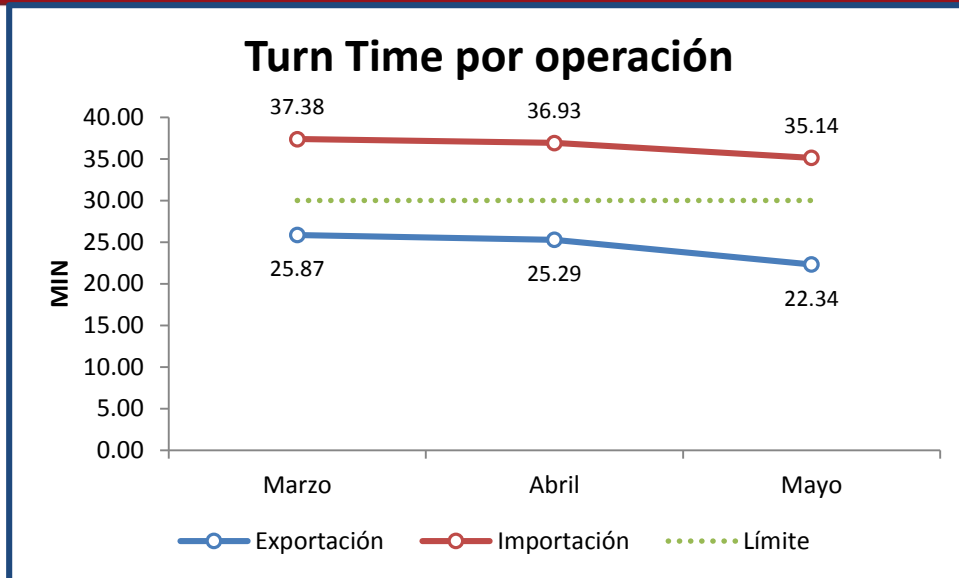
Periodo de huelgas (semanas)	Costo de oportunidad	Cantidad de contenedores no atendidos (66%)	Dinero perdido
1	\$ 15.00	5973	\$ 89,595.00
4		23892	<b>\$ 358,380.00</b>

Elaboración propia

En un año, por motivo de huelgas, se pierde o se deja de ganar \$358,380 al año, lo que representa el 66% de contenedores no vendidos.

- Método.- La falta de una estrategia de patio no permite anticiparse a la llegada de las naves, por lo que se asigna su ubicación de forma desordenada sin un objetivo específico que impacta en el tiempo de despacho de contenedores negativamente (Turn time) como se observa en la figura 14. El Turn time es el tiempo promedio que demora un camión en retirar o dejar un contenedor en el patio. Incluso, la falta de análisis de la data histórica no permite encontrar un rumbo, un plan de acción de las operaciones. Por otro lado, es frecuente que se asigne una ubicación a último momento sin planificarla.

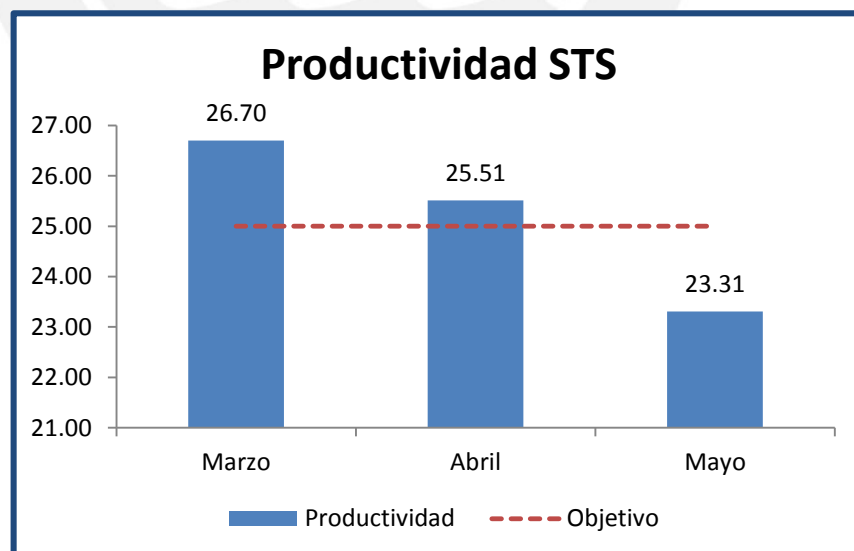
En promedio, el turn time de exportación es de 24.5 minutos, mientras que el de importación es de 36.49 minutos durante los meses de marzo a mayo del 2015 (Anexo 2)



**Figura 14. Tiempo de despacho por operación**  
Fuente: Terminal portuario (2015) / Elaboración propia

El turn time límite es de 30 minutos solo para el caso de importación, de lo contrario involucraría el pago de una multa impuesta por la entidad reguladora APN.

Por otro lado, la productividad durante los meses de marzo a mayo del 2015 se muestra en la figura 15, la cual en promedio es de 25.17 movimientos por hora utilizando grúa pórtico. (Anexo 3)



**Figura 15. Productividad con grúa pórtico**  
Fuente. Terminal portuario / Elaboración propia

El objetivo de la productividad es de 25 movimientos por hora para las Grúas Pórtico (STS), caso contrario la APN multaría al terminal portuario. Si bien es cierto que la productividad promedio se encuentra en el límite permitido, el desarrollo de una estrategia de patio permitiría mejores índices de productividad.

- Máquina.- La falta de mantenimiento preventivo de los recursos utilizados en patio como RTG y reach stacker no permiten planificar correctamente la asignación de la ubicación de contenedores, pues son altamente dependiente para las operaciones realizadas.

A continuación, la figura 16 muestra el diagrama Ishikawa considerando los factores mencionados anteriormente.



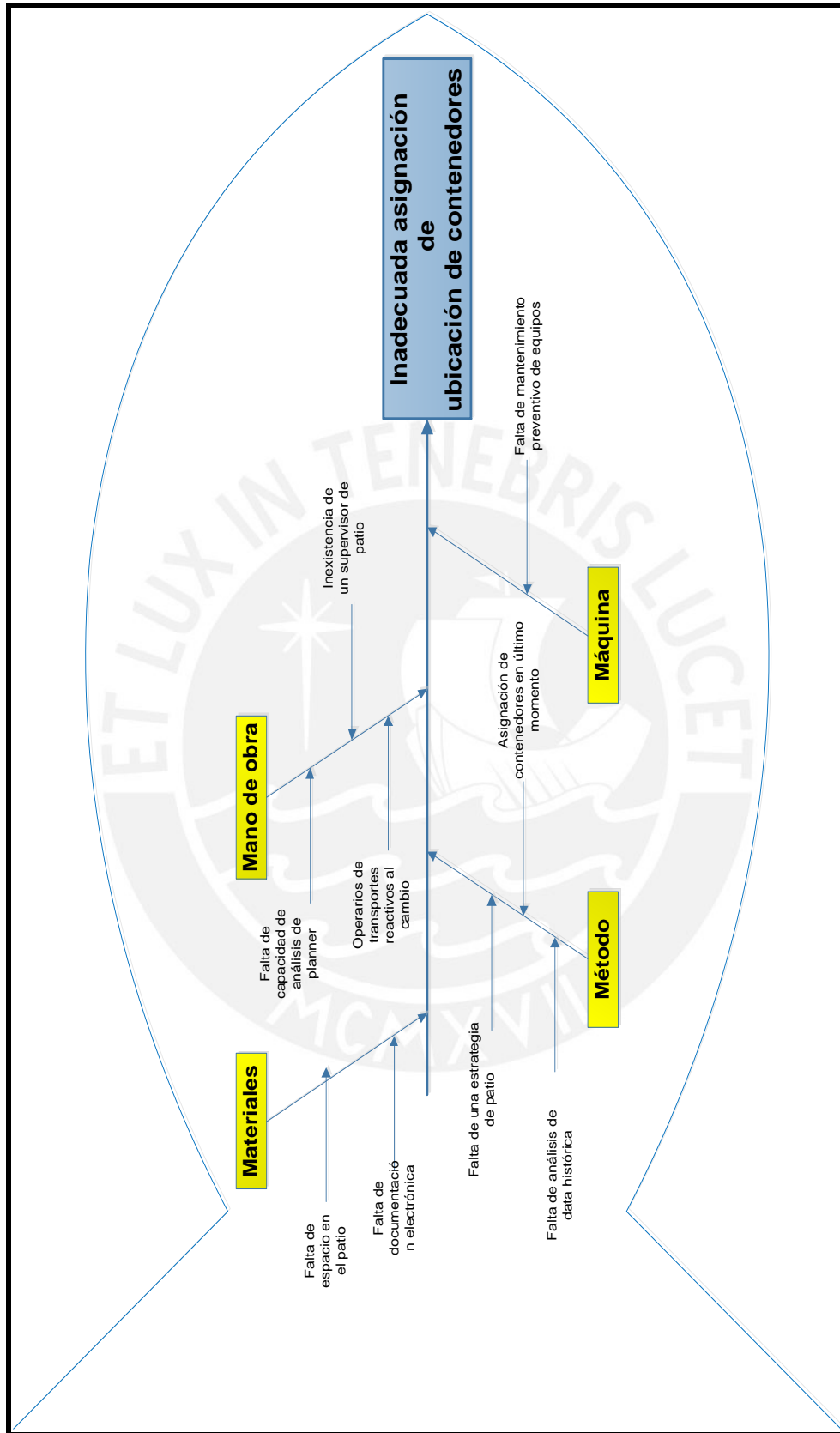


Figura 16: Diagrama Ishikawa del problema Inadecuada asignación de ubicación de contenedores  
Elaboración propia

Con las causas detectadas, se realiza la matriz de priorización de causas mostrada en la tabla 11.

**Tabla 11. Matriz de priorización de causas del problema Inadecuada asignación del patio de contenedores**

Causa Principal	Descripción de la causa	Posibilidad	Impacto	Total	
Material	Falta de espacio en el patio	5	3	15	14%
Material	Falta de documentación electrónica	3	2	6	6%
Mano de obra	Falta de capacidad de análisis del Planner	2	3	6	6%
Mano de obra	Operarios de transporte reactivos al cambio	2	3	6	6%
Mano de obra	Inexistencia de un supervisor de patio	4	4	16	15%
Método	Falta de una estrategia de patio	5	5	25	24%
Método	Falta de análisis de data histórica	3	4	12	11%
Método	Asignación de contenedores a último momento	3	4	12	11%
Máquina	Falta de mantenimiento preventivo de equipos	2	4	8	8%
				106	100%

Elaboración propia

A partir de este análisis, se puede observar que la causa principal es Falta de una estrategia de patio, que impacta en la cantidad de removidos y turn time, pues no se toma en cuenta diferentes escenarios de acuerdo a los pronósticos o comportamiento de las líneas navieras, ocasionando movimientos innecesarios y un flujo de proceso no continuo. Además, también impacta indirectamente en la productividad, ya que si los contenedores estuvieran ordenados de acuerdo a los requerimientos de las grúas en muelles, el flujo de embarque sería más rápido y se podría tener mayores movimientos por hora.

Seguidamente, se evalúa este problema con el método del porqué, mostrado en la figura 17, donde se identifica que las causas raíces de falta de una estrategia de patio son falta de planificación de ubicación de contenedores por bloques, inexistencia de una gestión de almacenaje y falta de señalización.

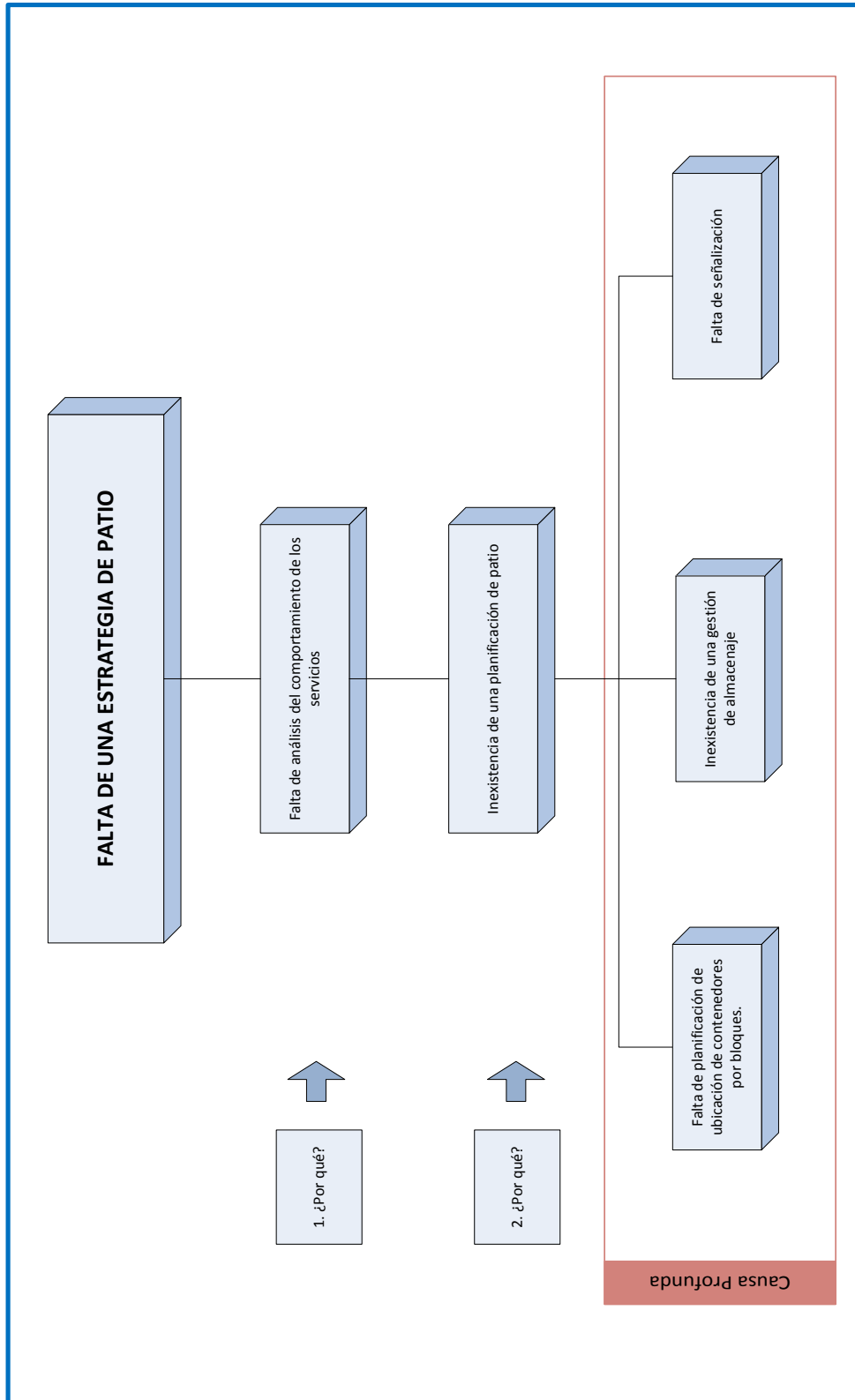


Figura 17. Análisis de la causa principal con el método del porqué  
Elaboración propia

### 3.3.2. Congestión en el flujo de almacenamiento de contenedores

Mediante el uso de un diagrama de Ishikawa se identifican las causas relacionadas con el problema de congestión en el flujo de almacenamiento de contenedores, relacionados a cuatro factores.

- **Materiales.-** La ineficiencia en la planificación de recursos repercute considerablemente en la etapa de recepción y despacho de contenedores en la zona debido a la falta de maquinaria para operar. Se considera recepción a los contenedores que ingresan del nodo terrestre, mientras que despacho se considera a los que salen al nodo terrestre.

Esta planificación se realiza un turno anterior al presente, teniendo en cuenta la programación de amarradero, la cual se actualiza cada turno como se muestra en el anexo 4, donde los cuadros amarillos representan la naves de contenedores el resto es carga general que no entra en el análisis, y la cantidad de grúas que empleará cada nave de contenedores en su operación. Sin embargo, es frecuente que la cantidad planificada de maquinaria no sea igual a la utilizada en algunos tipos de maquinarias, ya que durante la operación surge la necesidad de nombrar más recursos, teniendo como resultado una inadecuada planificación. Esto se puede apreciar en la tabla 12, RS significa Reach Stacker; TT, camiones propios del terminal; y RTG, grúas de patio.

**Tabla 12. Planificación de recursos por tipo de maquinaria**

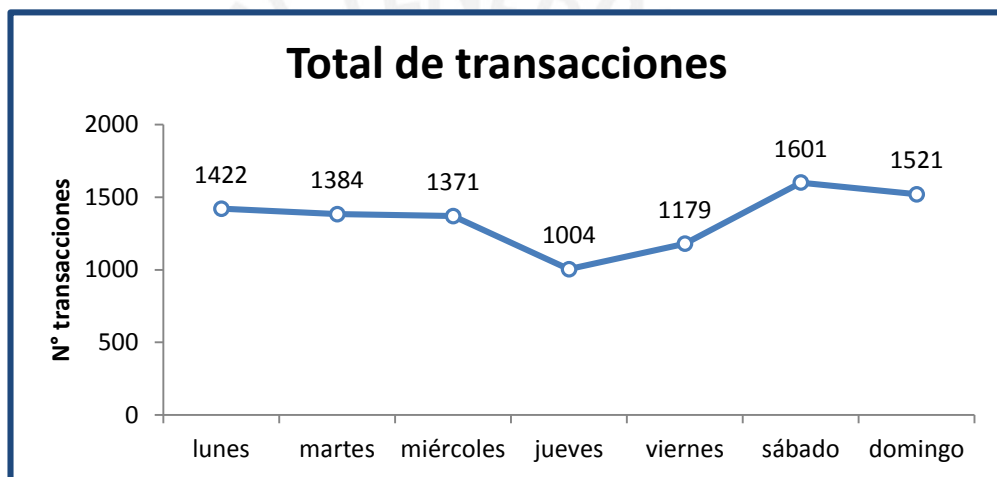
	Planificado			Utilizado			% Cumplimiento		
	RS	TT	RTG	RS	TT	RTG	RS	TT	RTG
Marzo	567	1515	529	706	1600	536	80%	95%	99%
Abril	505	1225	508	652	1386	496	77%	88%	102%
Mayo	504	1292	561	639	1468	560	79%	88%	100%

Promedio	79%	90%	100%
----------	-----	-----	------

Elaboración propia

En promedio el % de cumplimiento de planificación debe ser entre un 85-90% (KPI empleado por el terminal portuario), sin embargo, como se observa, se tiene deficiencia en la asignación de la cantidad de Reach Stacker a utilizarse, pues en promedio sólo se planifica el 79% del total real utilizado (Anexo 5)

- Mano de obra.- En la exportación e importación de contenedores, el personal de balanza y de seguridad trabajan de forma independiente, sin conocer el resto de los procesos que realizan los otros involucrados, ocasionando demoras en el asesoramiento o inadecuada transmisión de información a los clientes. Por otro lado, el planificador no establece una comunicación continua con los depósitos en el período de tiempo en el cual los contenedores deben ir ingresando al terminal o retirándose del mismo. Lo cual ocasiona grandes colas de camiones al ingreso del terminal en determinados periodos picos (Anexo 6). En la figura 18, se muestra el total de transacciones promedio por día. Se considera transacción cuando un camión ingresa o sale del terminal a través de la zona de balanza para realizar alguna operación



**Figura 18. Cantidad de Transacciones por día**  
Elaboración propia

La mayor cantidad de transacciones se realizan los días sábado, domingo y lunes formándose grandes colas al ingreso del terminal, donde el tiempo promedio de espera es de 1h, y tamaño de 20 Km.

- Método.- En la zona de balanza, que es la puerta de ingreso al terminal, la operación de asignación de balanzas es inadecuada, pues se conversó con los miembros de seguridad respecto al método utilizado durante la inspección de los contenedores, al ingreso y salida del terminal, y se identificó que al finalizar la inspección, estos asignaban a los choferes de los camiones a cualquier balanza sin considerar si esta se encontraba habilitada o no habilitada. En la figura 19, se muestra el proceso de inspección donde se visualizará la operación de asignación de balanzas.



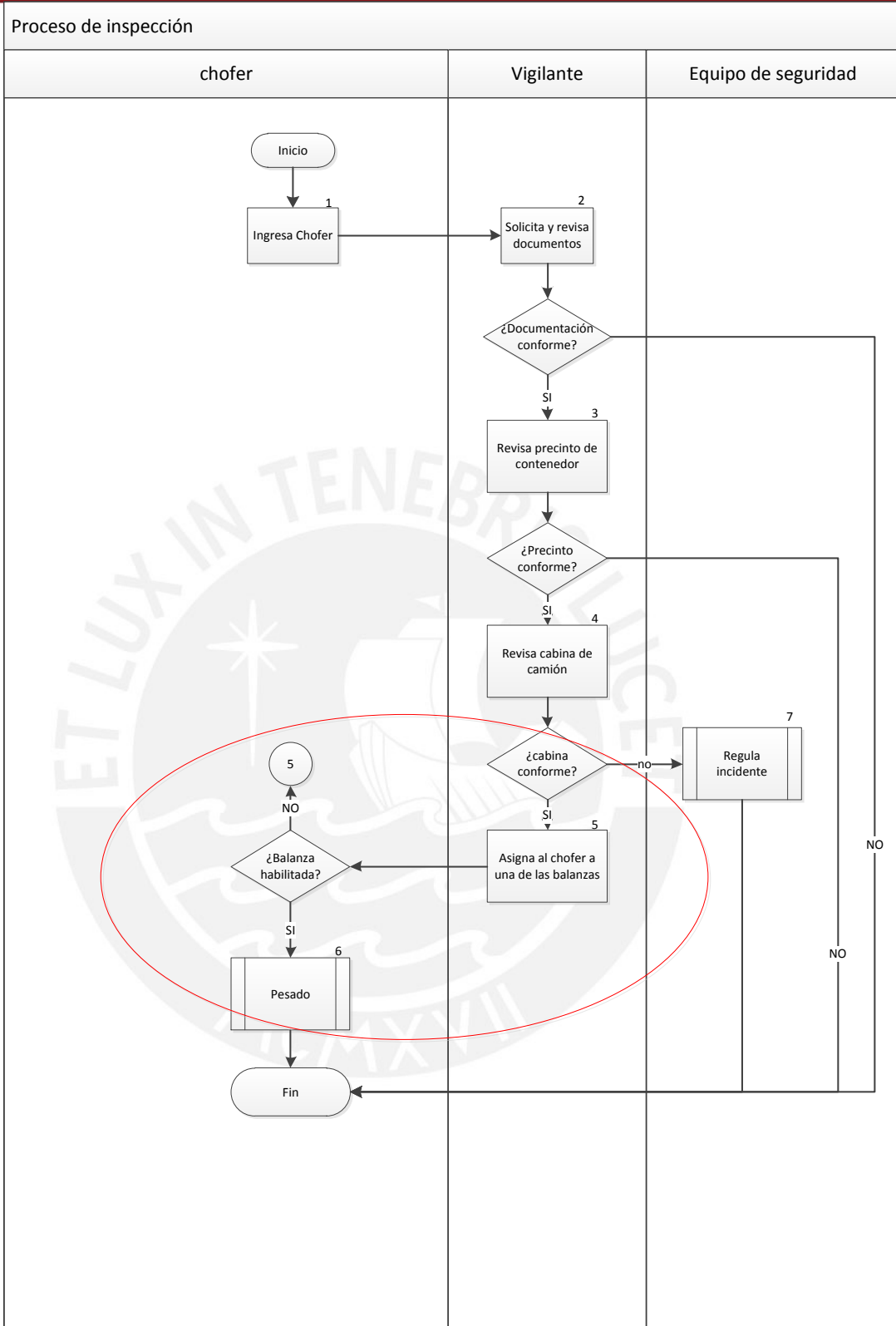
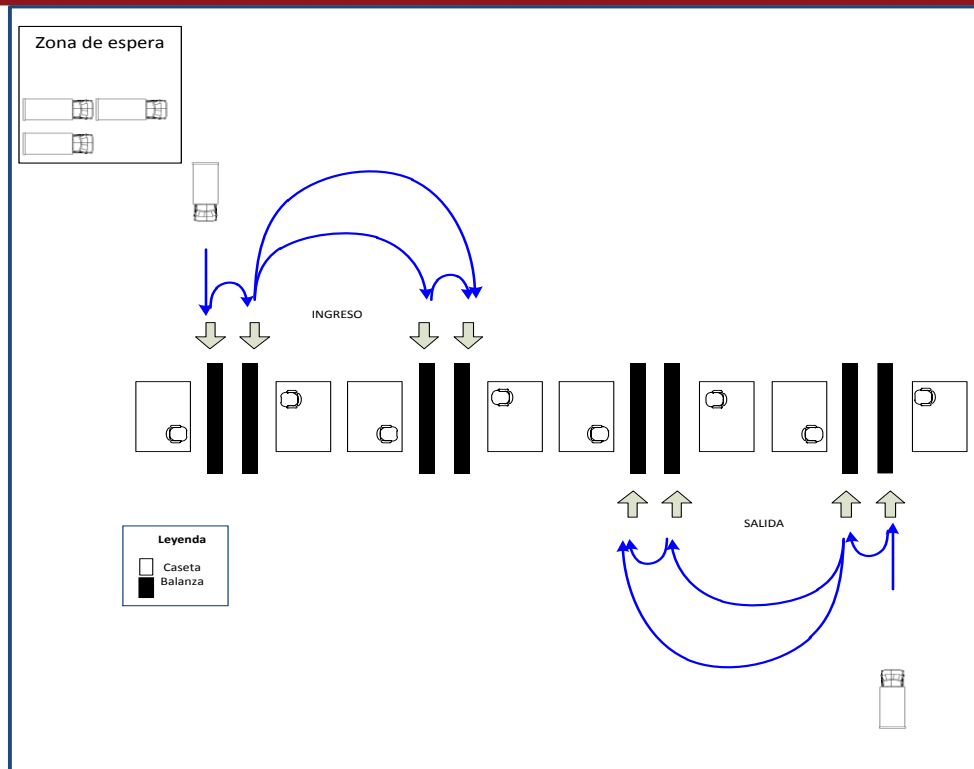


Figura 19. Diagrama de flujo del proceso de inspección y asignación a balanza a balanza  
Elaboración propia

La descripción de sus actividades se detalla a continuación.

1. El camión de contenedores ingresa a la zona de espera donde también se encuentran los demás camiones. El camión deberá esperar hasta que el inspector se acerque.
2. El inspector solicita y revisa los documentos al chofer. Si es que estos están conformes el inspector revisará los precintos, caso contrario, el chofer y su respectivo camión se retira.
3. El inspector revisa el precinto. Si es que el precinto se encuentra conforme, se pasa a la actividad siguiente, caso contrario, el chofer y su respectivo camión se retira.
4. El inspector revisa la cabina del camión. Si es que no se encuentra nada irregular, se prosigue con la actividad siguiente, caso contrario, se prosigue con la actividad 7.
5. El inspector asigna la balanza a la cual deberá ir el chofer. El criterio que emplea el inspector es ver si es que la balanza se encuentra ocupada o desocupada. Una vez que camión se acerca a la balanza, puede notar si es que realmente se encuentra habilitada; es decir, operativa. Si es que está habilitada, se procede a la actividad siguiente, caso contrario, el inspector le asigna a otra balanza
6. En esta actividad, el camión es pesado en la balanza.
7. La cabina del camión no estará conforme cuando se encuentre elementos prohibidos tales como drogas o que atenten con el ciudadano.

El tiempo que demora al chofer desde que sale de la zona de espera hasta que llegue a su balanza puede durar 6 seg como 10 min, según un estudio de tiempos brindados por el puerto. En la figura 20, se observa algunas combinaciones de traslado innecesario que puede realizar un camión.



**Figura 20. Posibles traslados para asignar una balanza disponible**  
Elaboración propia

Por otro lado, los principales motivos de la demora antes del ingreso al patio de contenedores se muestran en la tabla 13.

**Tabla 13. Principales demoras al ingreso al patio de contenedores**

Motivos de demora	N° de veces ocurridos en una semana	% veces ocurridos en una semana
Contenedor sin ubicación	190	39%
Incorrecta asignación de balanza por el inspector	135	28%
Documentación incompleta/incorrecta	78	16%
Ingreso de data incorrecta por parte de los tarjadores	66	14%
Demora en el ingreso del número de precinto	19	4%

Elaboración propia

Como se puede observar, una de las principales demoras representando el 39% del total es cuando los choferes llegan a la zona de balanza, ya que el operario de balanza aún no puede asignarle el ticket de ubicación del contenedor, por lo que el chofer debe esperar.

- Máquina.- Las balanzas son activos fijos tan importantes como otros recursos, ya que de esta depende el flujo continuo de la calle, específicamente, la Av. Nestor

Gambeta. Esto significa que si estas se malogran constantemente o dejan de estar en uso fomentarán un intenso tráfico en las avenidas implicadas.

Actualmente, el terminal portuario no cuenta con política de sistema de gestión de activos fijos y su enfoque principal es realizar calibraciones correctivas diarias y calibraciones semestrales; sin embargo, no realizan mantenimiento preventivo. La empresa justifica este hecho mediante la premisa de que un mantenimiento preventivo demanda demasiado tiempo y lo que necesitan es que las balanzas trabajen el mayor tiempo posible; sin embargo, una balanza está inhabilitada por más tiempo cuando se malogra.

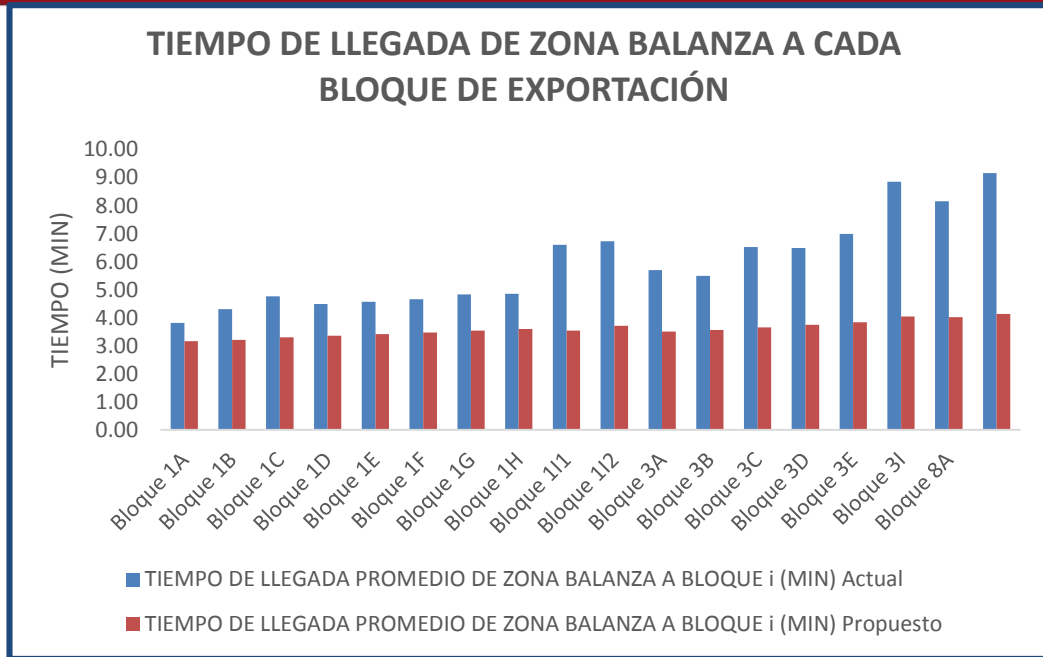
A continuación, se muestra en la tabla 14, la cantidad de fallas totales de las balanzas al año. En la tabla se puede notar que en promedio, ha habido 4 reparaciones al año.

**Tabla 14. Días de inoperatividad por balanza**

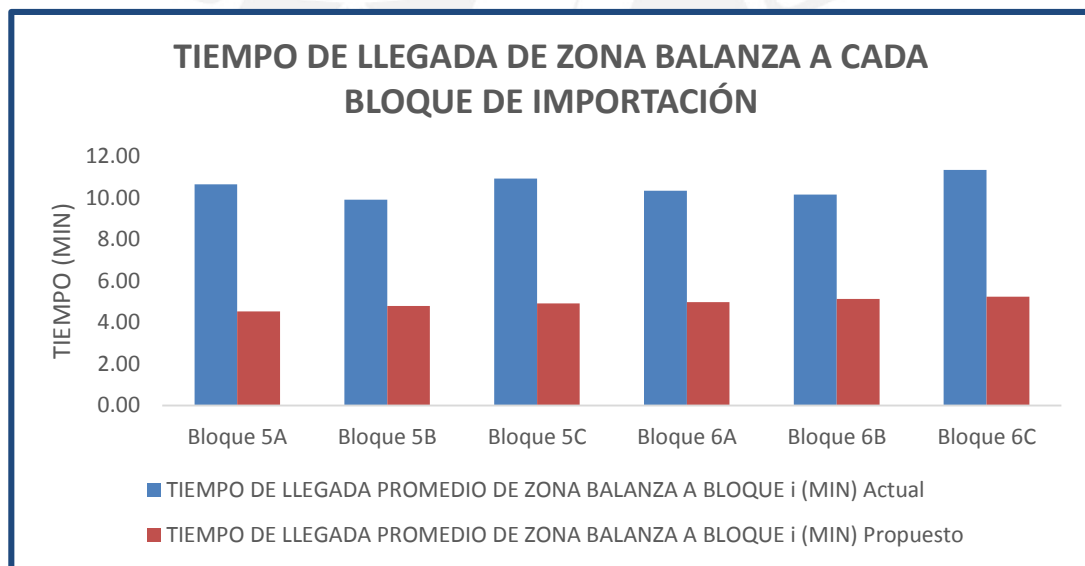
	Cantidad de Fallas
año 2012	4
año 2013	3
año 2014	4

Elaboración propia

Por otro lado, la falta de señalización ocasiona que el chofer se pierda en el patio, ya que no logra ubicar el bloque al cual ha sido asignado sus contenedores. En las figuras 21 y 22, se muestran los tiempos que toma al chofer llegar al bloque asignado desde el momento en que le entregan el ticket.



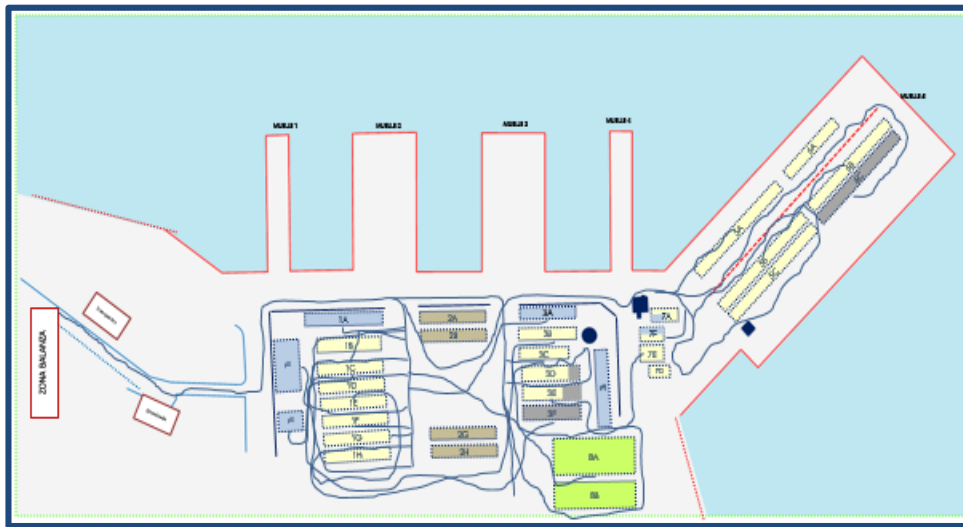
**Figura 21. Tiempo de llegada de zona balanza a cada bloque de exportación**  
Elaboración propia



**Figura 22 Tiempo de llegada de zona balanza a cada bloque de exportación**  
Elaboración propia

Se puede observar que los tiempos de llegada tanto para los camiones que recogen contenedores como los que llevan contenedores superan a los tiempos ideales.

Una consecuencia de esta situación es la congestión del patio como se observa en la figura 23.



**Figura 23. Diagrama de Spaguetti de la situación actual**  
Elaboración propia

Estas causas identificadas repercuten en el proceso del ciclo de almacenamiento. Por un lado, se tiene el diagrama de proceso de recepción y almacenamiento de contenedores provenientes del nodo terrestre para ser exportados, ver tabla 15.

**Tabla 15. DAP de recepción y almacenamiento de contenedores.**

DIAGRAMA ANALITICO DE PROCESO		<input checked="" type="checkbox"/> Operación: Operario de balanza <input type="checkbox"/> Material: _____ <input type="checkbox"/> Hombre: _____		
PROCESO: Recepción y almacenamiento de contenedores				
METODO:	<input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto			
DESCRIPCIÓN	Operación    Transporte    Inspección    Retraso    Almacenaje	Distancia en metros    Tiempo en minutos	OBSERVACIONES	
Entrega de documentos	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		0'15"	
Inspección	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		1'16"	
Traslado a balanza de entrada	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	10	0'6"	
Espera	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		5'0"	Inadecuada asignación a balanza
Registra precintos	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		0'30"	
Traslado a caseta de balanza	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	5	0'7"	El chofer baja del camión
Entrega de documentos	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		0'10"	
Pesado	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		1'37"	






















































































Espera			2'00"	A veces no hay una ubicación asignada				
Traslado a ubicación		100 0	3'38"	Chofer se dirige a ubicación				
Espera			2'26"	Chofer se pierde en patio				
Espera			1'30"	Maquinaria asignada				
Recepción del contenedor			3'50"					
Contenedor almacenado				Para exportarse				
Traslado a zona de pesado			3'50"	Chofer se retira				
Inspección			0'45"					
Traslado a balanza de salida		6	0'4"					
Espera			5' 0"	Inadecuada asignación a balanza				
Traslado a caseta de balanza		5	0 7"	El chofer baja del camión				
Entrega de documento			0'10"					
Pesado			1'7"					
RESUMEN	Cantidad	7	6	2	5	1	Diagramado por: Jhoselyn Barrios	
	Tiempo	7'39"	7'52"	2'01"	15'56"	ES P	Fecha: 18 / 06 / 2015	Hoja: 1de: 1 hojas

Elaboración propia

En este proceso, se tiene un tiempo total es de 33' 28", aproximadamente 33 minutos, mientras que el turn time tiene un valor de 26' 14" y se encuentra dentro del límite exigido por la APN (30 min). Por otro lado, se muestra el diagrama de proceso de despacho de contenedores provenientes del nodo marítimo para las importaciones, ver tabla 16.

Tabla 16. DAP del proceso de despacho de contenedores.

<b>DIAGRAMA ANALITICO DE PROCESO</b>			<input checked="" type="checkbox"/> Operación: Operario contenedores
<b>PROCESO:</b> Despacho de contenedores			<input type="checkbox"/> Material: _____
<b>METODO:</b>	Actual	<input checked="" type="checkbox"/> Propuesto	<input type="checkbox"/> Hombre: — <input type="checkbox"/> —

DESCRIPCIÓN		Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Distancia en metros	Tiempo en minutos	OBSERVACIONES
Entrega de documentos								0'15"	
Inspección								1'16"	
Traslado a balanza de entrada							10	0'6"	
Espera								10'0"	Inadecuada asignación a balanza
Traslado a caseta de balanza							5	0'7"	El chofer baja del camión
Entrega de documentos								0'10"	
Pesado								1'7"	
Traslado a ubicación							1800	5'0"	Chofer se dirige a ubicación
Espera								5'37"	Chofer se pierde en patio
Espera								1'30"	Maquinaria asignada
Espera								7'00"	Removido de contenedor
Despacho de contenedor								3'50"	
Traslado a zona de pesado							1800	5'00"	
Inspección								1'15"	
Traslado a balanza de salida							10	0'6"	
Espera								5'0"	
Traslado a caseta de balanza							5	0'7"	El chofer baja del camión
Entrega de documentos								0'20"	
Pesado final								1'37"	
RESUMEN	Cantidad	6	6	2	5	0	Diagramado por: Maira Quispe		
	Tiempo	7'19"	10'26"	2'31'	24'07"		Fecha: 18 / 06 / 2015		Hoja: 1 de: 1 hojas

Elaboración propia

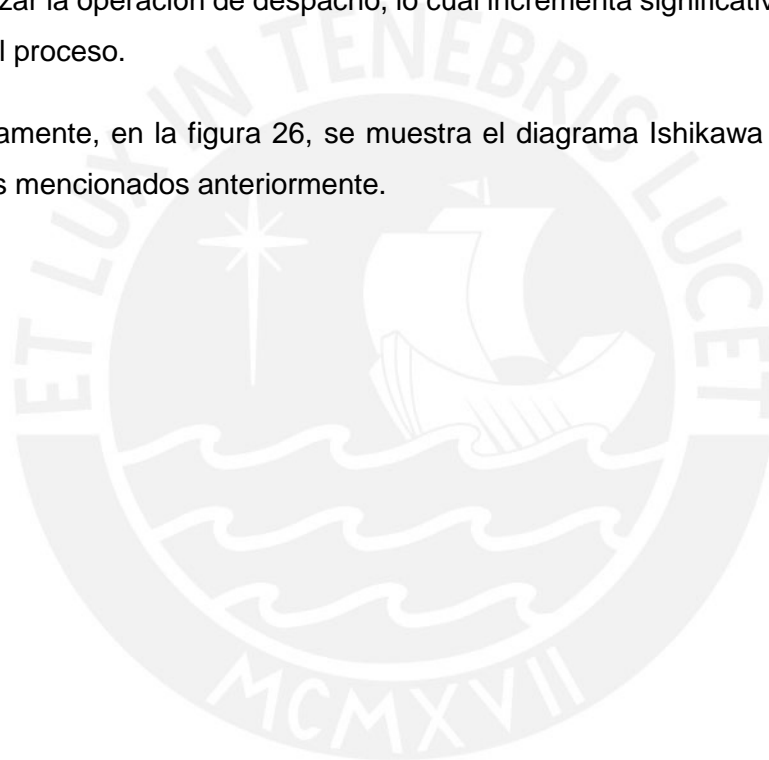


En este proceso, se tiene un tiempo total es de 44' 23", aproximadamente 44 minutos, mientras que el turn time tiene un valor de 37' 39" superando el límite exigido por la APN (30 min).

Además, se muestra el diagrama de recorrido de estos procesos, en la figura 24 y 25 respectivamente, para identificar el proceso en el plano. El primer diagrama muestra demasiada congestión al ingreso del terminal debido a las diferentes actividades que se realizan, además en la zona operativa se puede observar dos demoras consecutivas que incrementan el tiempo total del proceso.

Por otro lado, en el segundo diagrama, se muestra tres demoras consecutivas antes de realizar la operación de despacho, lo cual incrementa significativamente el tiempo total del proceso.

Seguidamente, en la figura 26, se muestra el diagrama Ishikawa considerando los factores mencionados anteriormente.



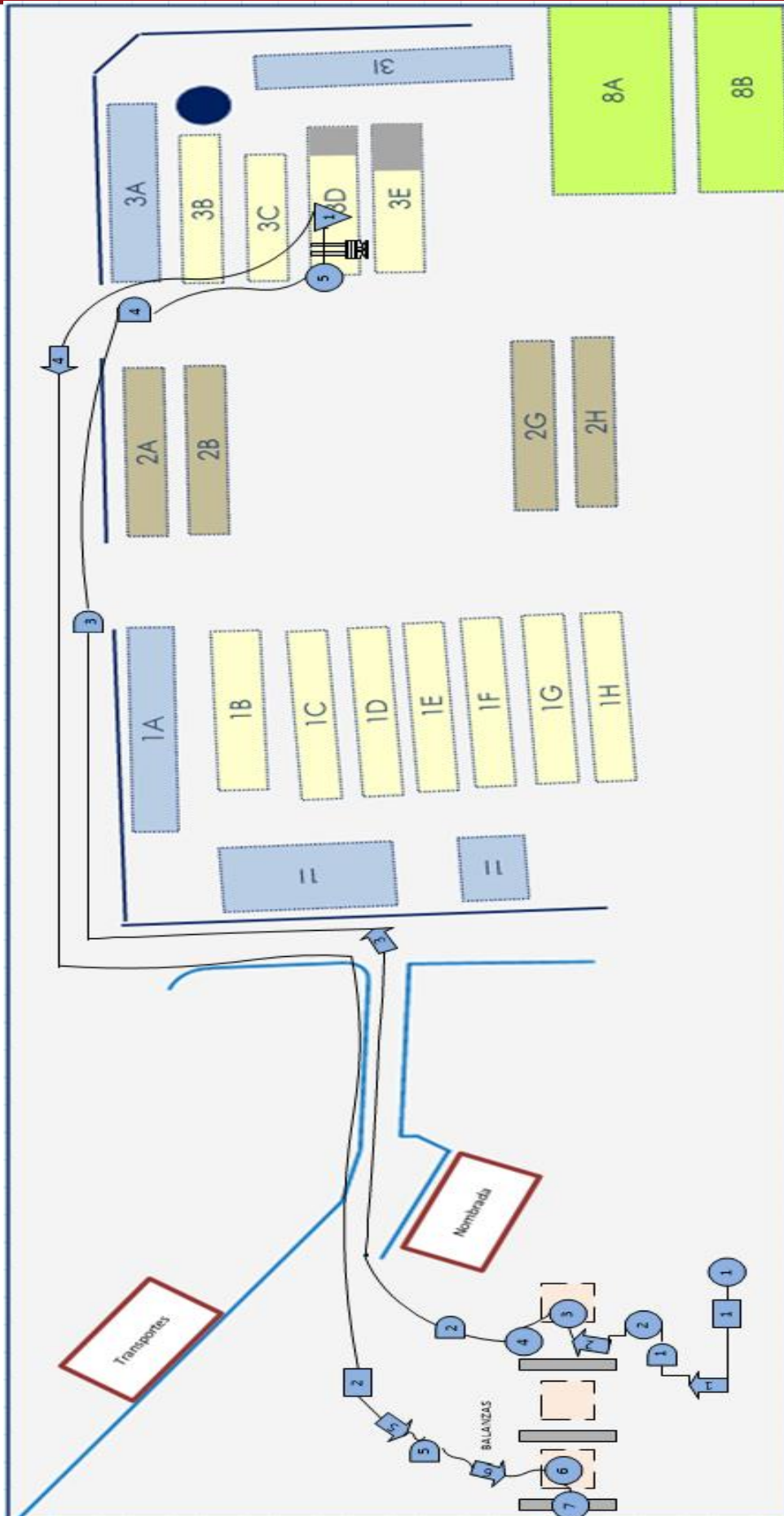


Figura 24. Diagrama de recorrido actual de la recepción y almacenamiento de contenedores  
Elaboración propia



Figura 25. Diagrama de recorrido actual del despacho de contenedores  
Elaboración propia

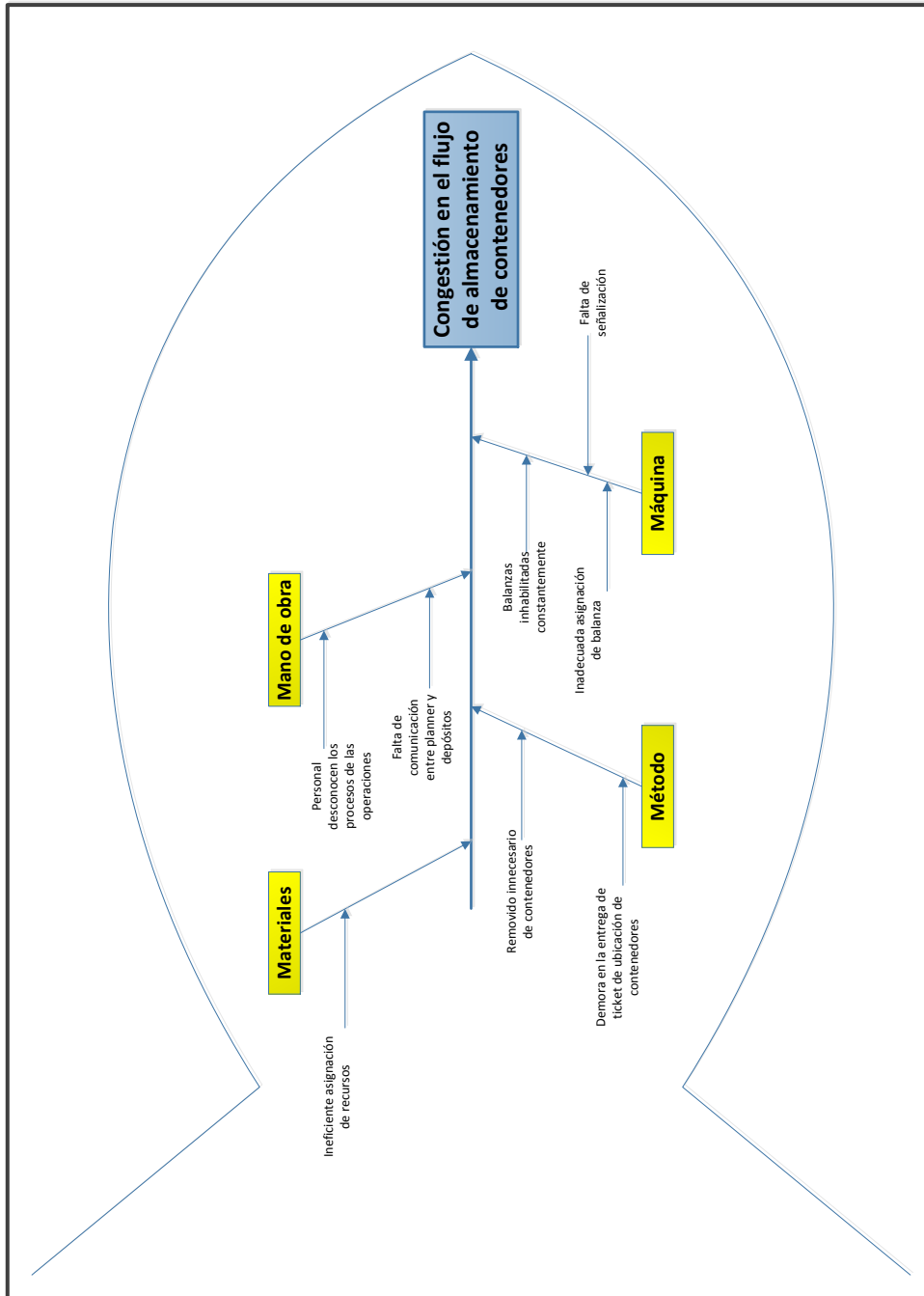


Figura 26. Diagrama Ishikawa del problema Congestión en el flujo de almacenamiento de contenedores  
Elaboración propia

Con las causas detectadas, se realiza la matriz de priorización de causas mostrada en la tabla 17.

Tabla 17. Matriz de priorización de causas

Causa Principal	Descripción de la causa	Posibilidad	Impacto	Total	
Material	Ineficiente asignación de recursos	4	4	16	15%
Mano de obra	Personal desconocen el proceso de las operaciones	3	3	9	8%
Mano de obra	Falta de comunicación entre el planificador y depósitos	3	3	9	8%
Método	Inadecuada asignación de balanza	5	3	15	14%
Método	Demora en la entrega de ticket de ubicación de contenedores	5	5	25	24%
Método	Removido innecesario de contenedores	5	4	20	19%
Máquina	Balanzas inhabilitadas constantemente	4	4	16	15%
Máquina	Falta de señalización	5	3	15	14%
				106	100%

Elaboración propia

A partir de este análisis, se puede observar que la causa principal es Demora en la entrega de ticket de ubicación de contenedores cuya raíz de este problema está relacionada con el problema descrito anteriormente “Falta de una estrategia de patio”. Por ello, la causa raíz se puede reflejar en el método del porqué desarrollado de la figura 17. Asimismo, se puede notar que todas las causas de la congestión de patio poseen un peso similar por lo que será necesario analizar todas aquellas que hayan conseguido un peso de priorización mayor al 14%.

### 3.4. Diagnóstico

Se identificó dos problemas: Inadecuada asignación de ubicación de contenedores y congestión en el flujo de almacenaje. Después de analizarlos, se determinó que existen causas raíces en común: falta de gestión de almacenes, falta de señalización y deficiencia en determinar la ubicación del contenedor.

Es así, se sugiere soluciones de problemas enfocados en cada etapa del ciclo de almacenamiento del terminal portuario: recepción y despacho, y almacenamiento

Por un lado, se recomienda estructurar propuestas de mejora en la recepción y despacho mediante Kaizenes en la cual se puede considerar ergonomía, reducción de traslados innecesarios, eliminación de esperas, entre otras. Asimismo, se puede emplear señaléticas mediante el uso de gestión visual en el patio de contenedores con el fin de brindar información y orientación de localización.

Por otro lado, se sugiere una estrategia de patio para el almacenamiento de contenedores de exportación e importación en base a pronósticos de movimientos según el horario de atraque de las naves. En el primer caso, exportación, será necesario desarrollar una estrategia de patio que permita saber con anticipación la ubicación de los contenedores en base a la frecuencia de ingreso de contenedores. En el segundo caso, importación, se recomienda emplear clasificación ABC que permita ordenar el patio y asignar los contenedores a cada bloque de acuerdo a la frecuencia de despacho a los clientes del nodo terrestre.

A continuación, se presenta la tabla 18, donde se realiza una priorización de las soluciones en cuanto a la cantidad de problemas solucionados y la posibilidad de implementación.

**Tabla 18. Priorización de soluciones**

Soluciones Propuestas	Causas relacionadas	Posibilidad de implementación	Total	%
Propuestas de mejora en la recepción y despacho	5	3	15	43%
Propuestas de mejora en el almacenamiento para exportación	2	5	10	29%
Propuestas de mejora en el almacenamiento para importación	2	5	10	29%
			35	100%

Elaboración propia

La primera propuesta se centra en la primera y última etapa del ciclo de almacenamiento y se relaciona directamente a las causas del segundo problema de congestión en el flujo de almacenamiento de contenedores; sin embargo la posibilidad de implementación es baja de acuerdo a costo y tiempo. Por otro lado, las dos soluciones siguientes se relacionan más con análisis de información sin grandes inversiones de dinero, lo cual facilita las posibilidades de implementación.

## CAPÍTULO 4: PROPUESTAS DE MEJORA

En este capítulo, se emplearán las diferentes herramientas mencionadas en el primer capítulo como pronósticos, gestión de almacenes, Kaizen en almacenes, técnicas ABC y gestión visual. Es necesario mencionar que las herramientas poseen diferentes impactos en la solución de los problemas identificados; es decir, algunas tienen mayor relevancia que otros. Sin embargo, en conjunto logran conseguir un mejor resultado.

En resumen, se realizará las mejoras en un almacén portuario; en este caso, en un patio de contenedores, mediante su gestión y adecuada planificación de la ubicación de los contenedores.

### 4.1. Propuesta de mejora en la recepción y despacho

Para el proceso de recepción y despacho de contenedores se proponen tres mejoras que se enfocarán en disminuir el tiempo de operación y optimizar el flujo de operaciones del proceso.

#### 4.1.1. Reducción del tiempo en el ingreso o salida de balanza

Como se observó en el capítulo anterior las actividades que generaban mayor tiempo en la recepción y despacho, aparte de las demoras, son las operaciones de inspección y transacción: entrega de documentos, pesado y espera del ticket que contiene la ubicación del contenedor. Por ello, se propone hacer énfasis en la reducción del tiempo de estas operaciones o su eliminación, para tener un proceso más eficiente.

##### a. Requerimientos de procesos para la implementación de la mejora

Para la reducción del tiempo es necesario el desarrollo de las siguientes actividades:

- Proceso eficiente de asignación a balanza

En el diagrama de flujo del proceso de inspección que realiza el inspector a los camiones que llegan al terminal, se observa que existen reprocesos, desperdicio de tiempo y desorden. Para eliminar este tiempo innecesario y mejorar el proceso se sugiere medidas correctivas y preventivas.

La primera consiste en implementar señales de gestión visual para que el inspector pueda notar si es que alguna balanza no se encuentra disponible. Para lograr ello, si

la balanza se encuentra inhabilitada, el operador debe colocar conos de color naranja con cinta reflectora a una distancia de 5 m de tal manera que no permita el pase a dicha balanza. Asimismo, se sugiere implementar un semáforo de marquesina, de tal manera que operador de balanza pueda presionar el switch para cambiar el estado del foco de luz con respecto al estado de la balanza. Rojo significará que la balanza no está habilitada mientras que verde significará que la balanza si lo está. En la siguiente figura 27, se muestran las señales a implementar.

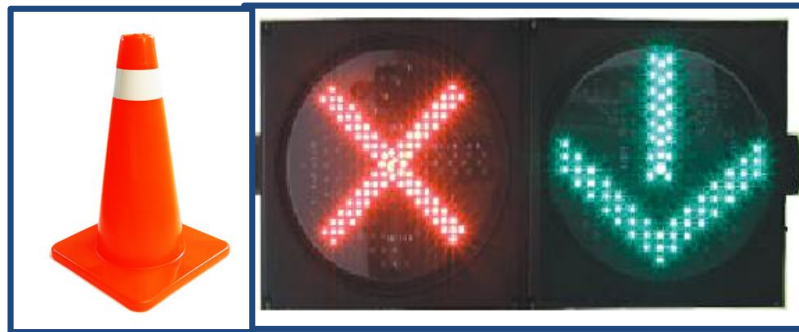


Figura 27. Señales propuestas  
Fuente: Partes y reflectivos S.A.C

En la tabla 19, se muestra las características más importantes del semáforo de marquesina.

Tabla 19. Características del semáforo de marquesina

Característica	Descripción
Alto brillo	LED súper alto que se permite ver a larga distancia.
Alta resistencia	Resistente a la intemperie y a la duración

Elaboración propia

En la tabla 20, se muestran los requerimientos de las señales a implementarse en las cuatro balanzas que se disponen para el uso de pesaje de carga contenedorizada.

Tabla 20. Cantidad de señales a utilizar

Señal a implementar	Cantidad	Unidad
Cono con cinta reflectiva	6	Un
Semáforo de marquesina	4	Un

Elaboración propia

Con esta mejora correctiva, el inspector sabrá que balanza está disponible y asignará de forma eficiente a cada chofer de camión, evitando la asignación a una balanza que no está en uso.

La segunda medida, que es del tipo preventiva, permitirá el funcionamiento continuo de la balanza física. Para lograr ello, se propone establecer una frecuencia semestral



de mantenimiento preventivo, lo cual es el tiempo mínimo aceptado según el Sistema Nacional de metrología de Indecopi.

Asimismo, para asegurar su cumplimiento se deberá manejar documentos de control. Será necesario colocar una etiqueta en la balanza de tal forma que indique la última fecha y próxima fecha de mantenimiento, ver anexo 7. Internamente, también se deberá llenar y actualizar el documento “Calibración y mantenimiento de equipos”. Este muestra la ubicación, el nombre del equipo, el código, la frecuencia de calibración y frecuencia de mantenimiento.

Es importante que todos los equipos utilizados dentro de la empresa se encuentren controlados por estos documentos con el objetivo de que estos reciban su mantenimiento y calibración, y funcionen sin que interfieran en las tareas para las cuales han sido asignados.

- Gestión en las casetas de balanzas

El traslado del chofer a la caseta de la balanza asignada se puede eliminar mediante la construcción de casetas al mismo nivel de altura que los camiones. Estas casetas, deben estar a una altura de 0.5 m del piso parecido al de la figura 28, de tal manera que la comunicación entre el chofer y el operador de balanza sea directa, rápida y fluida.



**Figura 28. Propuesta de casetas de balanza**  
Elaboración propia

Por otro lado, la ubicación actual de las casetas con respecto a las balanzas físicas, fuerzan al chofer a bajarse del camión y trasladarse para entregar los documentos pertinentes. Por esta razón, se recomienda un reordenamiento en la localización de casetas teniendo en cuenta el lado de conductor y la ventanilla de atención.

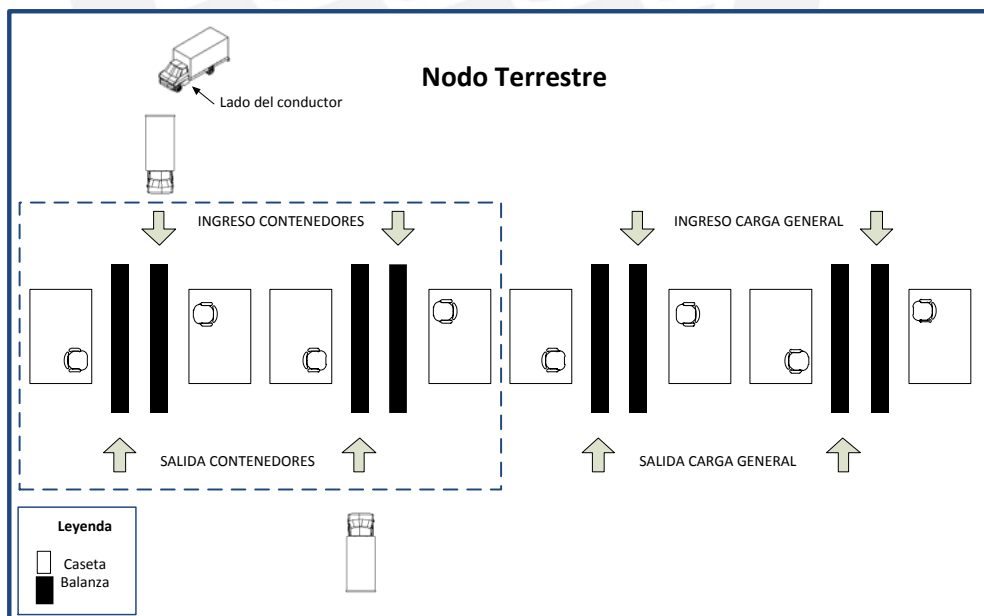
Se observó que la demanda promedio de transacciones diarias para contenedores es de 1400, cabe señalar que una transacción es un registro por balanza; es decir, el ingreso o salida del camión. Además, el tiempo de la transacción propuesta con las mejoras es de 2.5 min por camión.

$$Cant. Transac. = (60/2.5) \times 24 = 576 \gg 400 \text{ al día}$$

Entonces, con el tiempo ideal de transacción, se puede realizar 576 transacciones al día por balanza, sin embargo, para tener una holgura se redondeará la cifra a 400 transacciones por día, lo cual se establecerá como capacidad operativa (70% de su capacidad nominal). Luego, para atender la totalidad de las transacciones promedio, se calcula la cantidad de balanzas necesarias:

$$Cant. Balanzas = 1400/400 = 3.5 \gg 4$$

De acuerdo al cálculo, son necesarias cuatro balanzas para atender a los camiones externos de contenedores. Las balanzas restantes se proponen para el uso de camiones de carga general y evitar el congestionamiento. Además, se recomienda que el conductor se encuentre al lado de la ventanilla de la caseta para evitar que se baje del camión. De esta manera, siguiendo las consideraciones mencionadas, las balanzas quedarían distribuidas como se muestra en la figura 29.



**Figura 29. Distribución de balanzas para contenedores**  
Elaboración propia

Las cuatro balanzas asignadas para camiones de contenedores están distribuidas de tal forma que el camión pasa directamente a la balanza y realiza la transacción sin

ningún traslado adicional. Además, el personal de seguridad regulará constantemente la entrada y salida de los camiones, de tal forma que permitan un flujo continuo sin posibles choques entre camiones ni congestión en la zona. El flujo del proceso detallado se observa en la figura 30.

- Capacitación en la transacción

Es necesario realizar una serie de capacitaciones dirigidas a los inspectores, a los operarios de balanza y a los choferes de tal forma que apoyen las mejoras propuestas. El objetivo es que todos los involucrados en el proceso de recepción y despacho conozcan las implementaciones (semáforos, conos, cambio de posición de casetas) y los subprocesos involucrados. A continuación se muestra la tabla 21, la cual explica los temas que se abordarán, miembros que dictan la capacitación, miembros a quienes va dirigido y la duración.

Tabla 21. Detalles de las capacitaciones programadas

N°	Nombre de capacitación	Dictado por	Dirigido a	Duración
1	Sub procesos involucrados en la etapa de recepción y despacho del ciclo de almacenamiento: actual y mejorado	Jefe del área de operaciones	Operarios de balanza	2 h
			Inspectores	
2	Sistema de gestión visual implementada en las casetas: modo de uso, normas y significancia	Proveedor externo	Operarios de balanza	2 h
			Inspectores	
3	Metrología: método y control	Jefe del área de operaciones	Operarios de balanza	2 h
		Proveedor externo		
4	Gestión de distribución de balanzas	Jefe del área de operaciones	Operarios de balanza	2 h
			Inspectores	
5	Sistema de gestión visual implementada en las casetas: significancia.	Proveedor externo	Choferes	3 h
	Nueva distribución de balanzas	Líder de zona de balanzas		

Elaboración propia

La capacitación N° 1 Y N° 2 se realizarán en un mismo día mientras que las demás se realizarán independientemente.

Además, cada capacitación se dictará 3 veces con la finalidad de que se asegure la asistencia de todos los participantes pues actualmente los trabajadores manejan un horario rotativo de tres turnos por días.

Por último, como se puede observar los choferes también recibirán la capacitación, ya que son los clientes en los procesos de recepción y despacho. La capacitación consistirá en el entendimiento de las luces de los semáforos y los conos; y el nuevo flujo de ingreso y salida de la zona de balanzas.

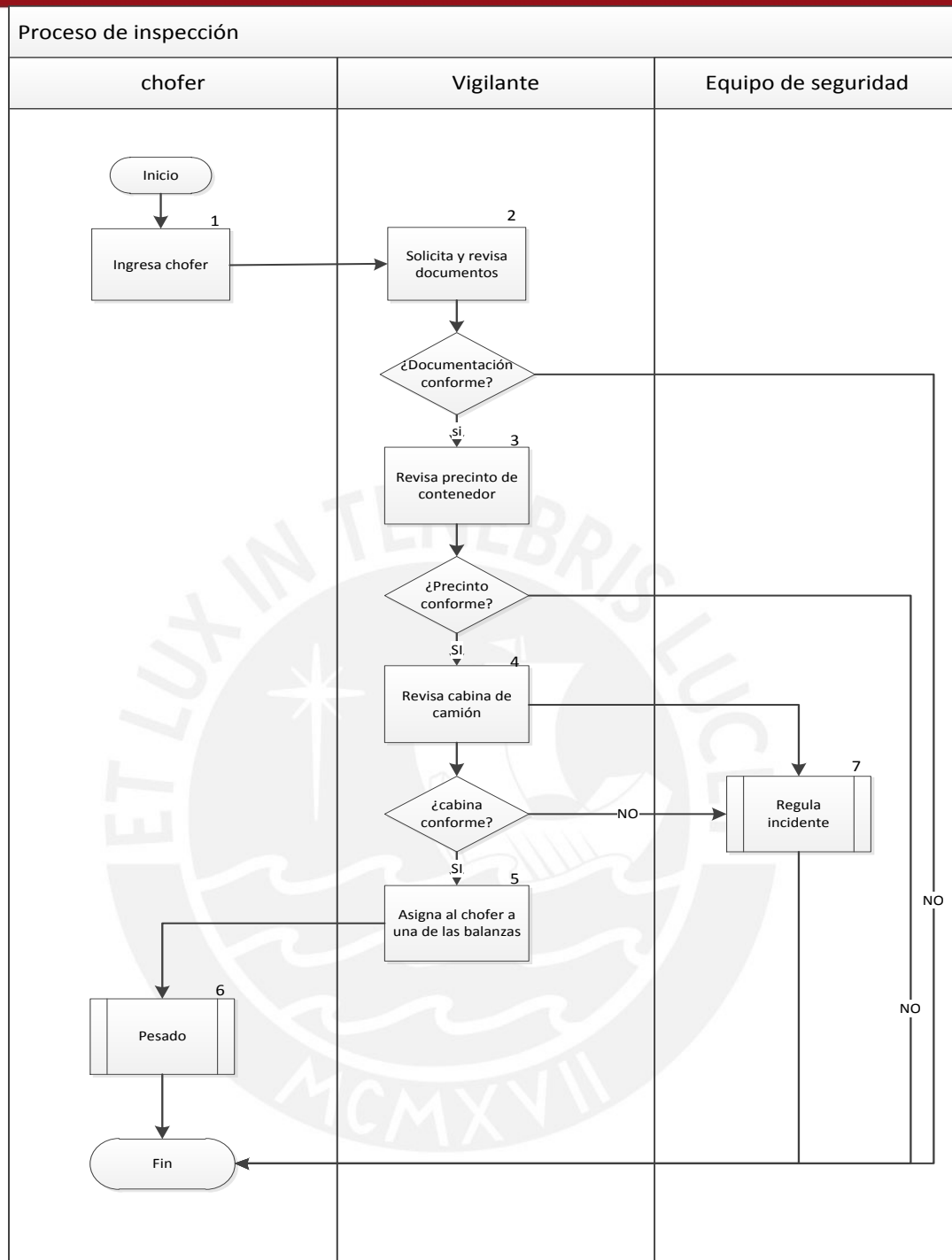
- Estrategia de patio

La falta de asignación de una ubicación en el patio para el contenedor de exportación genera una demora de dos minutos en promedio en la recepción, como se aprecia en la DAP actual (tabla 14), ya que el conductor está esperando el ticket de ingreso con la ubicación del contenedor. Esta demora, se puede eliminar con una planificación y estrategia de patio adecuada, que considere el horario de las líneas navieras, su proforma de movimientos por nave y el estimado de contenedores que se exportarán. Por lo tanto, cuando el operador de balanza imprima el ticket de ingreso, figurará la ubicación planificada para que el chofer del camión deje el contenedor en dicha ubicación. El detalle de esta estrategia se mencionará más adelante en la propuesta de la etapa de almacenamiento.

#### **b. Beneficios a obtener por la implementación de la mejora**

Los beneficios que se obtendrán al implementar las mejoras en el ingreso o salida de balanza serán los siguientes:

- Eliminación de traslados y demoras innecesarios por parte del conductor. El tiempo de traslado se puede aprovechar en realizar transacciones en las casetas pues ahora existe una adecuada asignación a balanzas, que elimina por completo la espera de 10 minutos.  
La propuesta considera que el inspector asigna propiamente la balanza que atenderá finalmente al chofer. El criterio que emplea el inspector es ver si es que la balanza se encuentra ocupada o desocupada, de esta manera, se puede ver que la actividad 5 del diagrama de flujo mencionado en el capítulo de análisis y diagnóstico cambiará por el proceso que se muestra en la figura 30.
- Reducir tiempo de transacción en balanza. Todos los tickets emitidos por los operadores de balanza tendrán una ubicación definida del contenedor que se recibirá, por lo que se eliminará la demora de 2 minutos.



**Figura 30. Proceso de inspección y asignación a balanza propuesto**  
Elaboración propia

- Reducir el tiempo de ingreso y salida de balanza en el proceso de recepción de contenedores. Este período considera todas las actividades que se realizan en la zona de balanza tanto cuando llega el camión con el contenedor

y cuando se retira del terminal. Si se compara estas actividades, se tiene una reducción del tiempo en un 55%, ver tabla 22.

**Tabla 22. Comparación de tiempos por actividades**

<b>ACTUAL</b>					
	<b>Operación</b>	<b>Transporte</b>	<b>Inspección</b>	<b>Demora</b>	<b>Total</b>
Cantidad	6	5	2	3	<b>00:22:04</b>
Tiempo	00:03:49	00:04:14	00:02:01	00:12:00	

<b>PROPUESTO</b>					
	<b>Operación</b>	<b>Transporte</b>	<b>Inspección</b>	<b>Demora</b>	<b>Total</b>
Cantidad	6	3	2	-	<b>00:09:50</b>
Tiempo	00:03:49	00:04:00	00:02:01	-	

Elaboración propia

El tiempo total propuesto de las actividades relacionadas a la zona de pesaje en la recepción tiene una duración de 9'50", es decir aproximadamente 10 minutos.

- Reducir el tiempo de ingreso y salida de balanza en el proceso de despacho de contenedores. Este período considera todas las actividades que se realizan en la zona de balanza tanto cuando llega el camión y cuando se retira con el contenedor. Si se compara estas actividades, se tiene una reducción del tiempo en un 44% como se muestra en la tabla 23.

**Tabla 23. Comparación de tiempos por actividades**

<b>ACTUAL</b>					
	<b>Operación</b>	<b>Transporte</b>	<b>Inspección</b>	<b>Demora</b>	<b>Total</b>
Cantidad	6	5	2	3	<b>00:32:16</b>
Tiempo	00:07:19	00:05:26	00:02:31	00:17:00	

<b>PROPUESTO</b>					
	<b>Operación</b>	<b>Transporte</b>	<b>Inspección</b>	<b>Demora</b>	<b>Total</b>
Cantidad	6	3	2	1	<b>00:18:12</b>
Tiempo	00:06:29	00:05:12	00:02:31	00:04:00	

Elaboración propia

El tiempo total propuesto de las actividades relacionadas a la zona de pesaje en el despacho tiene una duración de 18'12", es decir aproximadamente 19 minutos.

#### 4.1.2. Gestión visual del patio

Uno de los problemas que se mencionó en el capítulo anterior es la falta de señalización de todas las zonas del patio, ya que a los choferes de los camiones presentan dificultades en ubicar el bloque al cual ha sido asignado su contenedor. Por ello, es necesario proponer una gestión visual mediante el uso de la señalética que permita un orden y un flujo continuo en el desarrollo de las operaciones.

##### a. Requerimientos de procesos para la implementación de la mejora

Para la propuesta de gestión visual en el patio de contenedores es necesario el desarrollo de las siguientes actividades:

- Implementación de carteles y parantes al ingreso de cada zona de almacenamiento

La estrategia de la comunicación visual parte de una distribución lógica de mensajes fijos dispuestos a la atención voluntaria y selectiva de los usuarios (choferes y personal en general) en aquellos puntos clave del espacio que plantean dilemas de comportamiento. Los puntos claves identificados en el patio se encuentran al ingreso del terminal y en cada zona de almacenamiento, como se muestra en la figura 31.

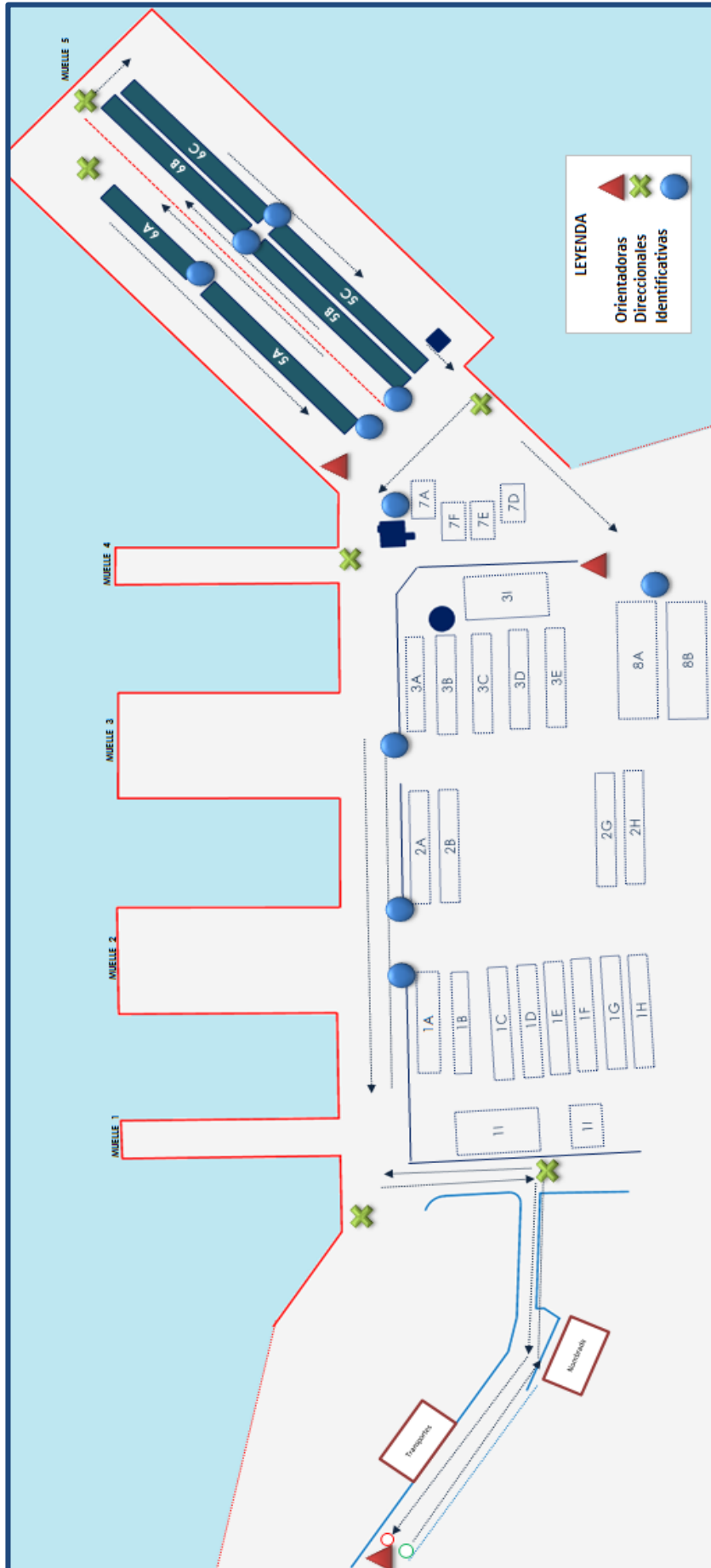
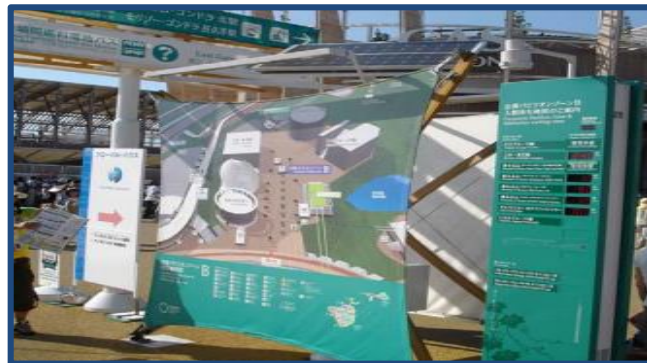


Figura 31. Puntos críticos que requieren un tipo de señal de información  
Elaboración propia



Al ingreso del terminal se propone una señal del tipo orientador, es decir un mapa o plano de ubicación general. Ver figura 32.



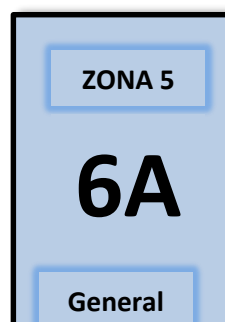
**Figura 32. Señal orientadora al ingreso por la zona de balanza**  
Fuente: Señalética. Universidad de Londres

En las esquinas se propone señales del tipo direccionales, por ejemplo flechas que indiquen las zonas según su ubicación: Zonas 1-4 y Zona 7-8. Ver figura 33



**Figura 33. Señales direccionales en las zonas 1-4 y zona 5**  
Fuente: Señalética. Universidad de Londres / Elaboración propia

Por último se requiere de señales del tipo identificativas en cada zona: Zona 1, Zona 2, Zona 3, Zona 4 y Zona 5. Ver figura 34. Estas señales deben contener la información de los bloques que existen en cada zona y el tipo de contenedores que se debe apilar.



**Figura 34. Señales identificativas en cada zona**  
Fuente: Señalética. Universidad de Londres

- Señalización nocturna

Es necesario que se realice un mantenimiento a la señalización en los pisos, pues esta se ha ido perdiendo con el paso de los años. Estas señales son del tipo identificativas y se recomienda utilizar pintura de plástico frío y termoplástico, que son elementos de alta durabilidad y de mucho uso en la señalización nocturna, como se muestra en la figura 35.



**Figura 35. Señalización nocturna**  
 Fuente: Señalética. Universidad de Londres

- Entrega de mapas portables a los usuarios

Para una gestión global de la implementación de la señalética es necesario instruir a todos los usuarios de la localización de las zonas de apilamiento de los contenedores. Por ello, se recomienda repartir pequeños mapas portables a todos los choferes de camiones como se muestra en la figura 36.



**Figura 36. Mapa portable entregado a los usuarios externos**  
 Elaboración propia

La tabla 24 muestra en resumen los requerimientos necesarios para una mejor gestión visual.

**Tabla 24. Requerimientos de señalética**

Descripción	Cantidad
Señal orientadora	3
Señales direccionales	6
Señales identificativas	10
Señalización nocturna (pisos y carteles)	-
Mapas portables	700

Elaboración propia

## **b. Beneficios a obtener por la implementación de la mejora**

Con las propuestas de gestión visual, el chofer podrá ubicar fácilmente el bloque que le corresponde; es decir, cuando el operario de balanza le entregue el ticket de la ubicación del contenedor al chofer, este irá directamente al bloque indicado en el ticket sin necesidad de recorrer todo el patio de contenedores innecesariamente.

A continuación, se muestran los tiempos promedios de llegada de un chofer desde el momento en que le entregan el ticket hasta su llegada al bloque correspondiente así como los tiempos de llegada ideales con la propuesta planteada. Es necesario mencionar que existen tres motivos para que el chofer ingrese al patio: solo entregar contenedores (exportación), solo recoger contenedores (importación), y entregar y recoger contenedores, consecutivamente; sin embargo, bastará con analizar el primer y segundo motivo para notar los resultados. Además, se sabe que la velocidad del camión es de 20 Km/h aproximadamente y las distancias del patio se encuentran en el anexo 8.

En la tabla 25, se puede observar que con la implementación de señalética en el tiempo de llegada para dejar contenedores se redujo en 38% en promedio. Cabe mencionar que todos los bloques reciben contenedores con la misma frecuencia, por lo cual se puede estimar la reducción de tiempo como un promedio de todos los bloques.

Asimismo, en la tabla 26, se puede observar que con la implementación de señalética en el tiempo de llegada para recoger contenedores se redujo en 53% en promedio, pues se retiran contenedores de los bloques con la misma frecuencia.

Tabla 25. Reducción del tiempo de llegada de zona balanza a cada bloque-Exportación

EXPORTACIÓN (DEJAR CONTENEDORES)			
BLOQUE i	TIEMPO DE LLEGADA PROMEDIO DE ZONA DE BALANZA A BLOQUE i (MIN)		% REDUCCIÓN DE TIEMPO
	Actual	Propuesto	
Bloque 1 <sup>a</sup>	3.82	3.17	17%
Bloque 1B	4.31	3.21	25%
Bloque 1C	4.77	3.30	31%
Bloque 1D	4.49	3.36	25%
Bloque 1E	4.57	3.42	25%
Bloque 1F	4.66	3.48	25%
Bloque 1G	4.84	3.54	27%
Bloque 1H	4.86	3.60	26%
Bloque 1I1	6.61	3.54	46%
Bloque 1I2	6.73	3.72	45%
Bloque 3 <sup>a</sup>	5.70	3.51	38%
Bloque 3B	5.50	3.57	35%
Bloque 3C	6.53	3.66	44%
Bloque 3D	6.49	3.75	42%
Bloque 3E	6.99	3.84	45%
Bloque 3I	8.86	4.05	54%
Bloque 8 <sup>a</sup>	8.16	4.02	51%
Bloque 8B	9.16	4.14	55%
PROMEDIO	6.07	3.63	38%

Elaboración propia

Tabla 26 Reducción del tiempo de llegada de zona balanza a cada bloque-Importación

IMPORTACIÓN (RECOGER CONTENEDORES)			
BLOQUE i	TIEMPO DE LLEGADA PROMEDIO DE ZONA DE BALANZA A BLOQUE i (MIN)		% REDUCCIÓN DE TIEMPO
	Actual	Propuesto	
Bloque 5 <sup>a</sup>	10.66	4.53	58%
Bloque 5B	9.92	4.80	52%
Bloque 5C	10.94	4.92	55%
Bloque 6 <sup>a</sup>	10.35	4.98	52%
Bloque 6B	10.17	5.13	50%
Bloque 6C	11.36	5.25	54%
PROMEDIO	10.57	4.94	53%

Elaboración propia

Por lo tanto, se concluye que los beneficios obtenidos de la implementación de señalética son las siguientes:

- Se disminuye el tiempo de llegada de la zona balanza a los bloques de exportación e importación en un 38% y 53%, respectivamente.
- Se reduce el riesgo de colisión durante la noche, ya que la señalización nocturna permitirá una mejor visualización.
- Se disminuye la congestión vehicular tal como se muestra en el siguiente diagrama de Spagueti. Ver figura 37.

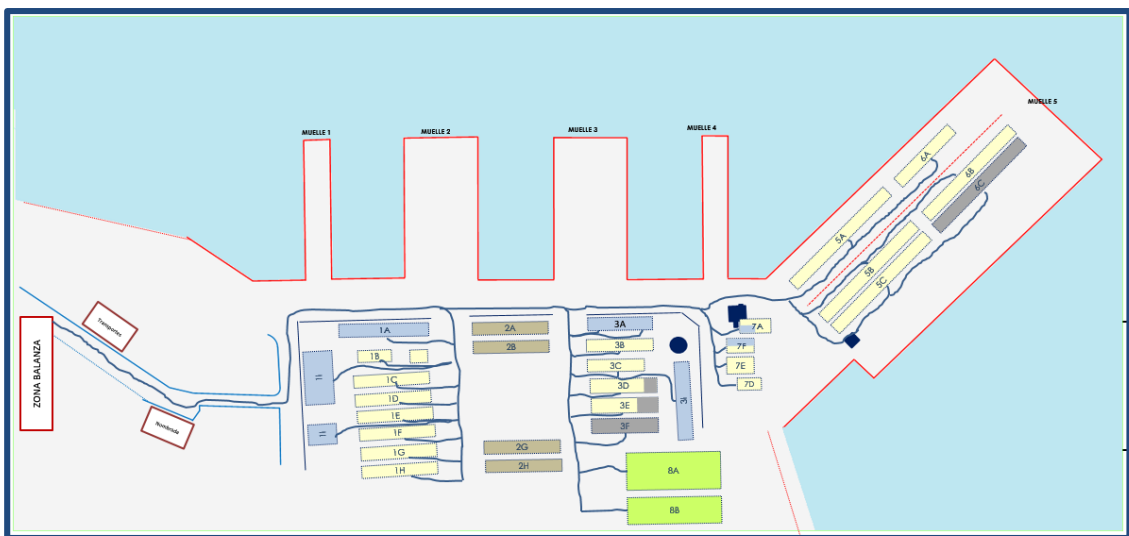


Figura 37. Diagrama de Spagueti de la recepción y almacenamiento propuesto  
Elaboración propia

#### 4.1.3. Planificación de recursos

En el análisis se identificó que la planificación de recursos muestra deficiencia en cuanto a la asignación de la cantidad de Reach Stacker (RS) a utilizarse. Por ello, se propone una metodología de asignación en el sistema de embarque de RS con camiones internos y en el sistema de recepción con RS y camiones externos, cuya planificación deberá ser realizada e incluirse dentro de las funciones del planificador de patio.

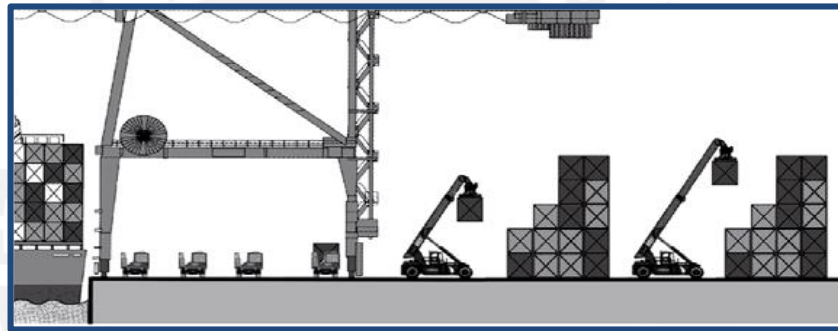
##### a. Requerimientos de procesos para la implementación de la mejora

En el patio de contenedores, las zonas de almacenamiento de exportación se encuentran lejanas al muelle 5, donde atracan el 85% de las naves de contenedores. Como estas zonas no cuentan con RTG, es necesario emplear un mecanismo

adecuado de Reach Stacker + TT (Camiones propios del terminal) para realizar las operaciones, como se muestra la figura 38.

\*Sistema de embarque con RS y camiones propios del terminal

En promedio el muelle 5 se encuentra a 750 m de la zona de exportación, lo que indica que en promedio cada camión demora en trasladar un contenedor hasta el pie de la grúa 2.25 minutos a la velocidad permitida de 20Km/h. Sin embargo, según el plano esto es variable de acuerdo a la ubicación exacta de la grúa con la que se está trabajando. Por ello, se aproximará a 3 minutos de traslado para considerar todas las posibilidades. Por otro lado, el tiempo de operación de tomar un contenedor de un bloque del patio y ubicarlo en el camión demora entre 4 minutos aproximadamente y el tiempo de embarque en muelle que realiza una grúa pórtico es de 2 min en promedio



**Figura 38. Operaciones de embarque con RS y camiones internos**  
Fuente: Operation System of Container Terminal - Birgitt Brinkmann (2011)

En total se emplean 12 minutos en realizar todo el proceso de traslado de carga del patio a muelle. Por la tanto, en una hora es necesario 5 TT por grúa para mantener un flujo óptimo, acompañado de 3 RS por grúa como recomienda Brinkmann (2011) para esa cantidad de camiones.

La tabla 27, muestra el total de minutos empleados en el sistema y la cantidad total de maquinaria necesaria en el sistema de embarque RS + TT.

**Tabla 27. Detalle del sistema de embarque RS + TT**

Tiempo de traslado muelle a zona	3 min
Tiempo de operación en patio	4 min
Tiempo de traslado zona a muelle	3 min
Tiempo de operación en muelle	2 min
<b>Total</b>	<b>12 min</b>

Cantidad de TT por hora	5
Cantidad de RS por hora	3

Elaboración propia

\*Sistema de recepción con RS y camiones externos

Los contenedores que se encuentran en la zona de exportación se reciben mediante el uso de RS, y toman un tiempo de 5 minutos en realizar la operación. Además, tardan en promedio 4 minutos en trasladarse entre los bloques.

Como se mencionó con anterioridad, se tienen 700 transacciones de recepción de contenedores al día, lo que implica alrededor de 29 por hora. Para atender esta demanda de camiones externos, será necesario emplear 3 RS, de tal forma que el flujo sea óptimo sin necesidad de sobrecargar el patio con demasiada maquinaria que impida el desarrollo de las actividades.

La tabla 28, muestra el total de minutos empleados y la cantidad total de maquinaria necesaria en el sistema de recepción con RS y camiones externos.

Tabla 28. Detalle del sistema de embarque RS y camiones externos

Tiempo de traslado	4 min
Tiempo de operación en patio	5 min
Total	9 min

Cantidad de RS por hora	3
-------------------------	---

Elaboración propia

## b. Beneficios a obtener por la implementación de la mejora

- El flujo de las actividades será más óptimo, pues se reduce las esperas por falta de maquinaria de recepción en, como se muestra en la tabla 29, generando un impacto positivo en el ciclo general.

Tabla 29. Comparación de tiempos por actividades en la recepción  
**ACTUAL**

	Operación	Demora	Total
Cantidad	1	1	<b>00:05:20</b>
Tiempo	00:03:50	00:01:30	

**PROPUESTO**

	Operación	Demora	Total
Cantidad	1	1	<b>00:04:50</b>
Tiempo	00:03:50	00:01:00	

Elaboración propia

- La eficiencia en la asignación de maquinaria se incrementa, pues se cuenta la maquinaria necesaria para realizar con éxito todas las operaciones de embarque y recepción. La tabla 30 muestra como mejoró los índices de eficiencia en RS para los meses de Junio, Julio y Agosto del 2015.

Tabla 30 Planificación de recursos por tipo de maquinaria

	Planificado			Utilizado			% Cumplimiento		
	RS	TT	RTG	RS	TT	RTG	RS	TT	RTG
Junio	638	1572	678	675	1622	672	95%	97%	101%
Julio	627	1500	737	671	1607	731	93%	93%	101%
Agosto	583	1567	695	616	1617	690	95%	97%	101%

Promedio	94%	96%	101%
----------	-----	-----	------

Elaboración propia

El porcentaje de cumplimiento de RS aumentó de 79% a 94%. Es decir, ahora se planifica el 94% de la cantidad de RS utilizada. Los otros recursos mantienen su KPI dentro de los límites requeridos y establecidos por el terminal portuario.

En resumen se puede observar el DAP del proceso de recepción y almacenamiento de contenedores con todas las propuestas incluidas en la tabla 31 y su diagrama de recorrido en la figura 39.



Tabla 31. DAP propuesto del proceso de recepción y almacenamiento de contenedores

DESCRIPCIÓN		Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Distancia en metros	Tiempo en minutos	OBSERVACIONES	
<b>DIAGRAMA ANALITICO DE PROCESO</b>							Operación: Ope. <input checked="" type="checkbox"/> contenedores Material: _____ Hombre: _____			
<b>PROCESO:</b> Recepción y almacenamiento de contenedores										
<b>METODO:</b>		<input type="checkbox"/> Actual	<input checked="" type="checkbox"/> Propuesto							
Entrega de documentos		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0'15"		
Inspección		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1'16"		
Traslado a balanza de entrada		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10	0'6"		
Registra precintos		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0'30"		
Entrega de documentos		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0'10"	Todos tienen ubicación	
Pesado		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1'37"		
Traslado a ubicación		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1000	3'37"		
Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1'0"	Asignación de maquinaria	
Recepción del contenedor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3'50"		
Contenedor almacenado		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Traslado a zona de pesado		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1000	3'50"		
Inspección		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0'45"		
Traslado a balanza de salida		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0'	0'4"		
Entrega de documento		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0'10"		
Pesado		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	1'7"		
RESUMEN	Cantidad	7	4	2	1	1	Diagramado por: Jhoselyn Barrios			
	Tiempo	7'39"	7'37"	2'1"	1'0"		Fecha: 28 / 08 / 2015	Hoja: 1 de: 1 hojas		

Elaboración propia

El tiempo total del proceso propuesto tiene una duración de 18'17", es decir aproximadamente 18 minutos. Esto significa que todo el proceso disminuyó en un 45%. Además, si se considera desde que el camión ingresa a la zona de contenedores hasta que se retira del terminal, se tiene el turn time de exportación, en este caso es de 16 minutos.

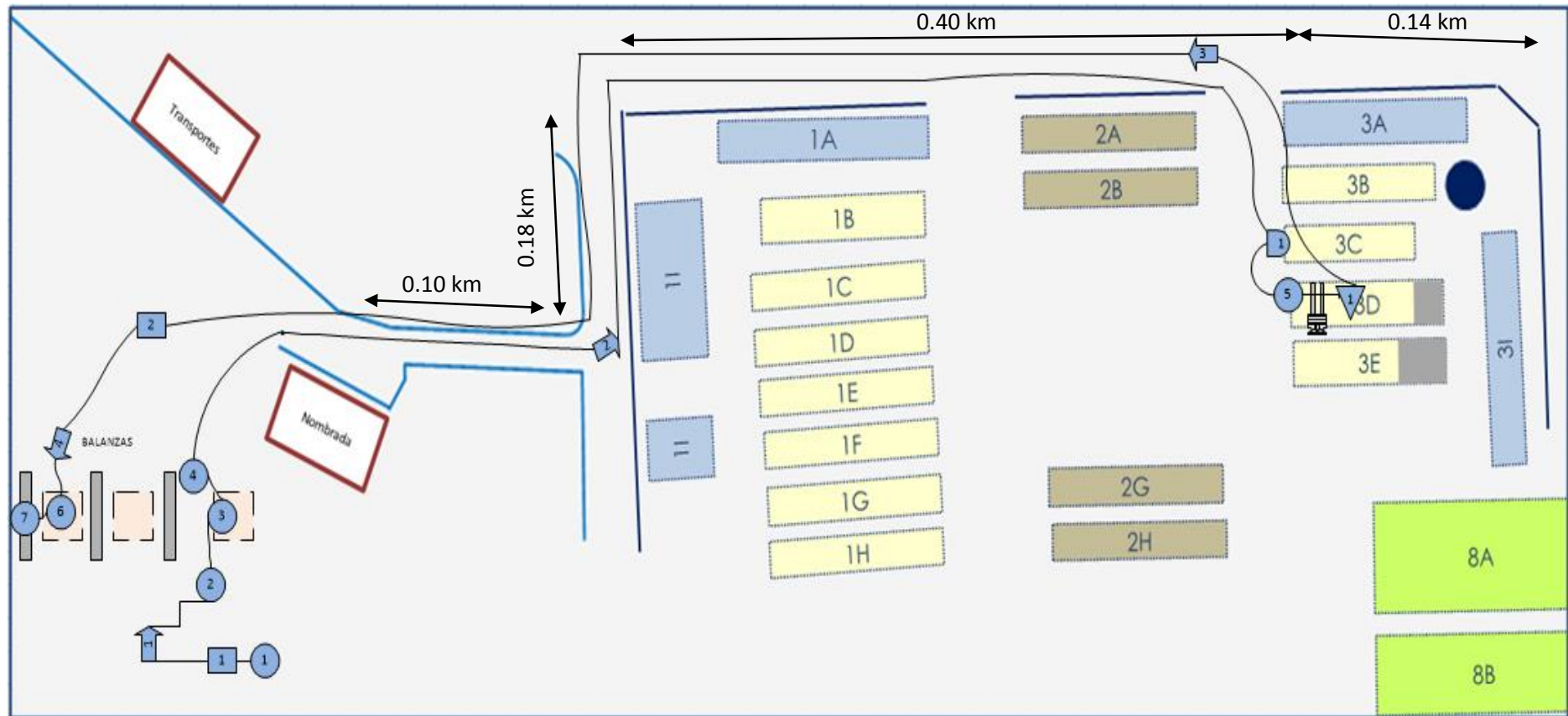


Figura 39. Diagrama de recorrido propuesto de la recepción y almacenamiento  
Elaboración propia

Como se puede observar es un proceso más eficiente al eliminarse por completo todas las demoras y los traslados innecesarios.

Asimismo, se puede observar el DAP del proceso de despacho de contenedores con todas las propuestas incluidas en la tabla 32.

Tabla 32. DAP propuesto del proceso de despacho de contenedores

DIAGRAMA ANALITICO DE PROCESO						<input checked="" type="checkbox"/> Operación: Ope. contenedores <input type="checkbox"/> Material: <input type="checkbox"/> Hombre:		
PROCESO: Despacho de contenedores								
METODO:		<input type="checkbox"/> Actual		<input checked="" type="checkbox"/> Propuesto				
DESCRIPCIÓN	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Distancia en metros	Tiempo en minutos	OBSERVACIONES
Entrega de documentos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0'15"	
Inspección	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1'16"	
Traslado a balanza de entrada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10	0'6"	
Entrega de documentos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0'10"	
Pesado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1'7"	
Traslado a ubicación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1800	5'0"	Chofer se dirige a ubicación
Espera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1'00"	Asignación de recurso
Espera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3'30"	Removido de contenedor
Despacho de contenedor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3'50"	
Traslado a zona de pesado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1800	5'00"	
Inspección	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1'15"	
Traslado a balanza de salida	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10	0'6"	
Entrega de documentos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0'20"	
Pesado final	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1'37"	
RESUMEN	Cantidad	6	4	2	2	Diagramado por: Maira Quispe		
	Tiempo	7'19"	10'12"	2'31"	4'30"	Fecha: 18 / 06 / 2015		Hoja: 1 de: 1 hojas

Elaboración propia

El tiempo total del proceso propuesto de despacho de contenedores tiene una duración de 24'32", es decir aproximadamente 24 minutos. Esto significa que todo el proceso disminuyó en un 45%. Por otro lado, si se considera desde que el camión es atendido por el operador de balanzas hasta que se retira del terminal, se tiene el turn time de importación, en este caso es de 23 minutos. Lo cual está dentro del límite establecido por la APN y se evitaría el pago de multas por este motivo.

Entonces, a modo de resumen, se muestra en la tabla 33, la reducción de los tiempos del turn time, tiempo total para exportación como para importación y los tiempos ahorrados por camión que ingresa al terminal.

**Tabla 33. Resumen de Turn time y tiempo total**

	Duración actual	Duración propuesta	% de reducción	Tiempo ahorrado por camión que ingresa
Turn time exportación	0:26:14	0:16:10	38%	0:10:04
Tiempo total recepción	0:33:28	0:18:17	45%	0:15:11
Turn time importación	0:37:39	0:22:55	39%	0:14:44
Tiempo total despacho	0:44:23	0:24:32	45%	0:19:51

Elaboración propia

A continuación, se muestra el diagrama de recorrido del Proceso de despacho de contenedores propuesto en la figura 40.

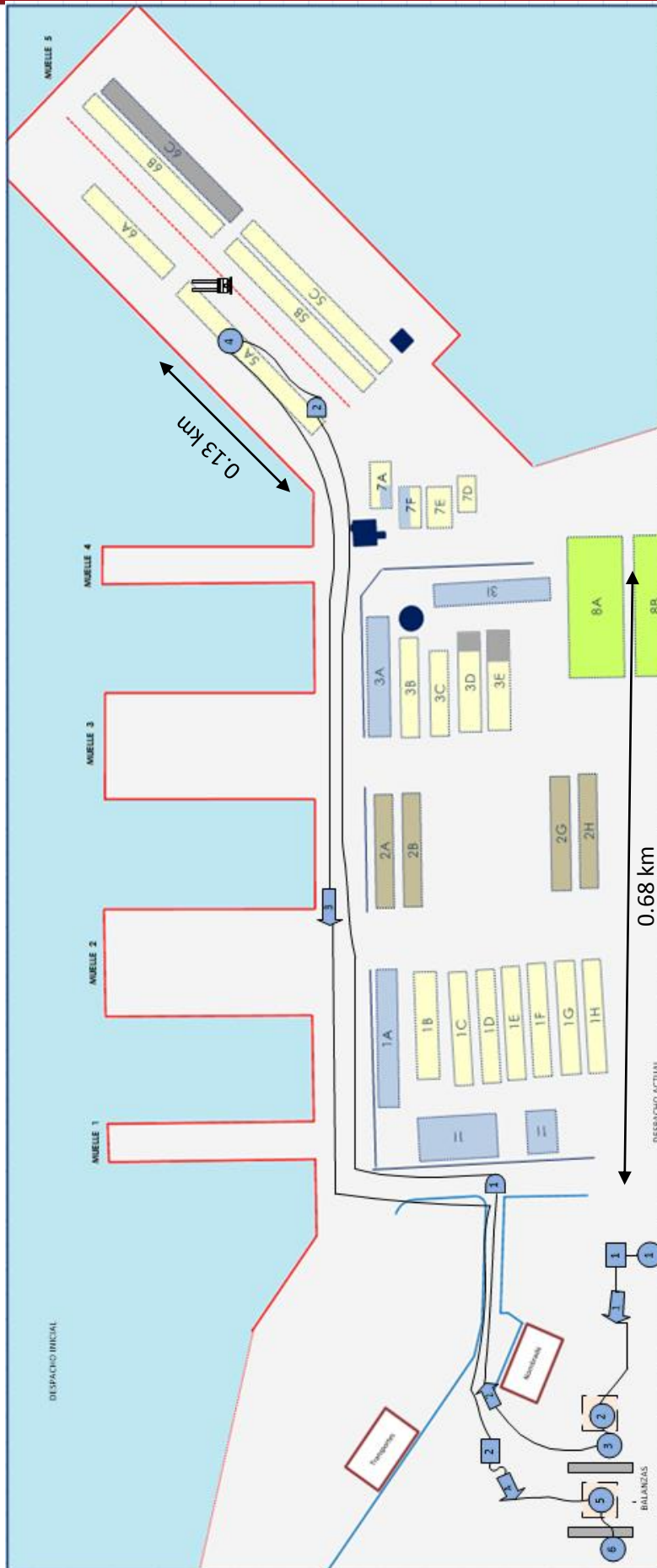


Figura 40. Diagrama de recorrido propuesto de despacho  
Elaboración propia

## 4.2. Propuesta de mejora en el almacenamiento para exportación

El almacenamiento de carga contenedorizada corresponde a los contenedores que ingresan de la calle al patio del terminal portuario con el fin de embarcarse en una nave y realizar el proceso de exportación. Para este proceso se propone emplear una planificación de bloques en base al comportamiento de ingreso de carga al patio y a la cantidad de contenedores estimados que se embarcarán en una nave determinada.

### 4.2.1. Requerimientos de procesos para la implementación de la mejora

La propuesta requiere el desarrollo de algunas actividades previas que permitan ordenar la carga de contenedores por bloques. Por ello, se propone lo siguiente:

- Conocimiento de servicios y movimientos

El terminal portuario cuenta con nueve servicios que representan la llegada de diferentes naves por semana, según un muelle asignado para su atraque y un horario establecido en su proforma. Además, tienen establecido una cantidad de movimientos, donde un movimiento representa un contenedor embarcado o descargado. La tabla 34, muestra la proforma de estos movimientos por servicios del Terminal portuario que se empleará en toda la propuesta.

Tabla 34. Proforma de movimientos por semana

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
5 <sup>a</sup>	USEC N 1000	WLX 1200		ATACAMA 1100	WCSA 1200		
5D	AC3 2100	USEC S 1000		WSA 2 1200	ANDES S 1500	ANDES N 1500	

Fuente: Terminal portuario

La proforma representa el ideal de movimientos por nave, pero no refleja los movimientos reales de los servicios. Por ello, se requiere de una estimación en base al comportamiento obtenido de semanas anteriores.

- Estimación de movimientos por servicios

Para obtener una estimación de movimientos totales, se requiere el desarrollo de pronósticos por servicio con el fin de identificar su comportamiento histórico de cada uno y utilizar el método más adecuado para obtener un resultado.

A continuación, se identificará el modelo de pronóstico que debe emplearse en base a la característica de la cantidad de movimientos de la data histórica por semana de cada servicio y los errores que cada modelo arroje. Cabe mencionar que la cantidad de movimientos de cada semana de todos los servicios resultaron tener un comportamiento horizontal y algunos presentaron una ligera tendencia. Para afirmar esto, se tomó en cuenta el coeficiente de variación (CV), el cual debía ser menor a 25% (Machuca: 2010). Por ello, se evaluaron los métodos de promedio móvil (PM), suavización exponencial (SE) y suavización exponencial ajustada a la tendencia (SE/AT), para cada servicio como se muestra seguidamente:

**USEC N:** Se escogió el método de promedio móvil ya que posee un menor error en comparación a los demás como se puede observar en la tabla 35.

Tabla 35. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio USEC N

	PM	SE $\alpha=0.6$	SE/AT $\alpha=0.6$ $\beta=0.2$
<b>N</b>	22	23	24
<b>CFE</b>	-226	-489	-303
<b>MSE</b>	15755	17249	18352
<b>MAD</b>	100	110	115
<b>MAPE</b>	16.74%	18.52%	18.97%

Elaboración propia

**USEC S:** Se escogió el método de suavización exponencial ya que posee un menor error en comparación a los demás como se puede observar en la tabla 36.

Tabla 36. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio USEC S

	PM	SE $\alpha=0.6$	SE/AT $\alpha=0.6$ $\beta=0.2$
<b>N</b>	19	20	21
<b>CFE</b>	1495	780	-14
<b>MSE</b>	51395	14757	19786
<b>MAD</b>	145	97	112
<b>MAPE</b>	14.44%	8.78%	10.92%

Elaboración propia

**WCSA:** Se escogió el método de suavización exponencial ya que posee un menor error en comparación a los demás como se puede observar en la tabla 37

Tabla 37. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio WCSA

	PM	SE $\alpha=0.6$	SE/AT $\alpha=0.6$ $\beta=0.2$
n	24	25	26
CFE	123	342	-305
MSE	42903	35696	42715
MAD	170	154	165
MAPE	15.51%	14.10%	15.43%

Elaboración propia

**WSA 2:** Se escogió el método de suavización exponencial ya que posee un menor error en comparación a los demás como se puede observar en la tabla 38.

Tabla 38. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio WSA2

	PM	SE $\alpha=0.6$	SE/AT $\alpha=0.5$ $\beta=0.2$
N	23	24	25
CFE	-152	29	17349
MSE	43589	41110	41720
MAD	173	165	168
MAPE	20.52%	19.45%	19.92%

Elaboración propia

**ATACAMA:** Se escogió el método de suavización exponencial ajustado a la tendencia ya que posee un menor error en comparación a los demás como se puede observar en la tabla 39.

Tabla 39. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio ATACAMA

	PM	SE $\alpha=0.6$	SE/AT $\alpha=0.4$ $\beta=0.2$
N	28	29	30
CFE	-61	-166	-403
MSE	9438	8895	8036
MAD	77	78	74
MAPE	12.22%	12.34%	11.64%

Elaboración propia

**AC3:** Se escogió el método de suavización exponencial ya que posee un menor error en comparación a los demás como se puede observar en la tabla 40.



Tabla 40. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio ATACAMA

	PM	SE $\alpha=0.6$	SE/AT $\alpha=0.6$ $\beta=0.2$
N	28	29	30
CFE	5	89	-352
MSE	16513	15197	16979
MAD	107	100	104
MAPE	8.06%	7.54%	7.86%

Elaboración propia

**ANDES N:** Se escogió el método de suavización exponencial ya que posee un menor error en comparación a los demás como se puede observar en la tabla 41.

Tabla 41. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio ANDES N

	PM	SE $\alpha=0.6$	SE/AT $\alpha=0.4$ $\beta=0.2$
N	8	9	10
CFE	15	304	-249
MSE	16232	11791	14636
MAD	105	90	104
MAPE	5.88%	4.97%	5.91%

Elaboración propia

**ANDES S:** Se escogió el método de promedio móvil ya que posee un menor error en comparación a los demás como se puede observar en la tabla 42.

Tabla 42. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio ANDES S

	PM	SE $\alpha=0.6$	SE/AT $\alpha=0.5$ $\beta=0.2$
N	8	9	10
CFE	-118	-222	-176
MSE	2698	2963	3421
MAD	39	41	49
MAPE	5.63%	5.87%	6.81%

Elaboración propia

**WLX:** Se escogió el método de promedio móvil ya que posee un menor error en comparación a los demás como se puede observar en la tabla 43.

Tabla 43. Comparación de errores de métodos de pronósticos del servicio WLX

	PM	SE $\alpha=0.6$	SE/AT $\alpha=0.6 \beta=0.2$
N	8	9	10
CFE	155	-16	-74
MSE	10692	11760	10878
MAD	81	88	82
MAPE	6.70%	7.73%	7.14%

Elaboración propia

Por lo tanto, con los resultados del método de pronóstico elegidos por cada servicio se estima la cantidad total de movimientos como se muestra en la tabla 44.

Tabla 44. Pronósticos por servicio para una semana

Servicio	Pronóstico
USEC N	553
USEC S	1260
WCSA	1085
WSA 2	853
ATACAMA	577
AC3	1295
ANDES N	1826
ANDES S	680
WLX	1168

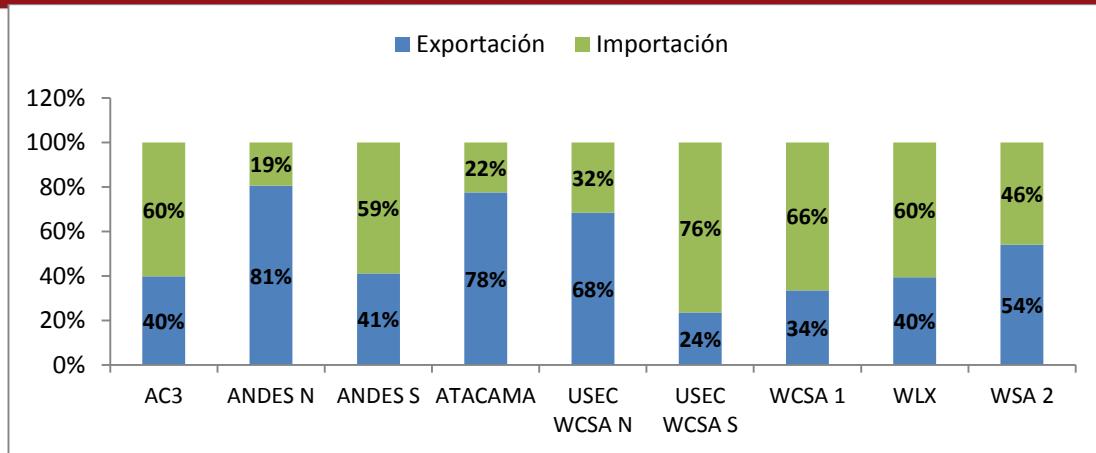
Elaboración propia

A partir de la cantidad total de movimientos estimados se debe determinar la cantidad de movimientos pertenecientes a exportación e importación.

- Determinar la cantidad de contenedores para exportar en TEU's

La capacidad de cada bloque del patio se mide en TEU's (Twenty Equivalent Unit), lo cual hace referencia a un contenedor de 20 pies. Por ello, es necesario transformar los movimientos de contenedores a exportar a TEU's, en base al porcentaje de exportación y a la cantidad de contenedores de 20 pies y 40 pies.

En la figura 41, se muestra los porcentajes por tipo de operación de los servicios.



**Figura 41. Porcentaje del tipo de operación por servicio**  
Elaboración propia

Además, los contenedores de 40 pies representan el 50% del total de contenedores a exportar, lo cual bastará aplicar un factor de 1.5 al total de contenedores para obtener la equivalencia en TEU's por servicio como se muestra en la tabla 45.

**Tabla 45. Cantidad de TEU's almacenados para exportación**

Servicio	Total de movimientos pronosticados	Exportación	TEU's
USEC N	553	376	564
USEC S	1260	302	454
WCSA	1085	369	553
WSA 2	853	461	691
ATACAMA	577	450	675
AC3	1295	518	777
ANDES N	1826	1479	2219
ANDES S	680	279	418
WLX	1168	467	701

Elaboración propia

- Planificación en base a capacidad y tiempo de llegada de contenedores

La zona de almacenamiento de contenedores de exportación se encuentra en los bloques 1 y 3. Además, se considera que la zona 8 es para el uso de contenedores vacíos. El estudio se enfatizará en la exportación de contenedores llenos, pues los vacíos tienen una zona grande de almacenamiento que no causa grandes problemas de asignación. Además, la capacidad de la zona de vacíos supera a la cantidad total de contenedores vacíos movidos por semana, según el terminal portuario en análisis. La capacidad operativa de los bloques se muestra en la tabla 46, es decir se puede apilar los contenedores hasta la cantidad que se indique.

Tabla 46. Capacidad de bloques de exportación

Bloque	Cap (Teus)	Bloque	Cap (Teus)
1A	214	3A	236
1B	180	3B	252
1C	300	3C	204
1D	500	3D	450
1E	500	3E	200
1F	400	1I	128
1G	400	1I1	60
1H	284	3I	152

Fuente: Terminal portuario / Elaboración propia

La zona de almacenamiento de contenedores de importación se desarrollará en la etapa de despacho, pues hace referencia a la actividad de entregar los contenedores a los clientes externos y se tiene un criterio distinto.

Por otro lado, se considera el comportamiento de ingreso de contenedores al terminal portuario por parte de los clientes externos. Ellos tienen tres días antes del atraque de la nave para ingresar sus contenedores, sin embargo no es proporcional por día como lo muestra la tabla 47.

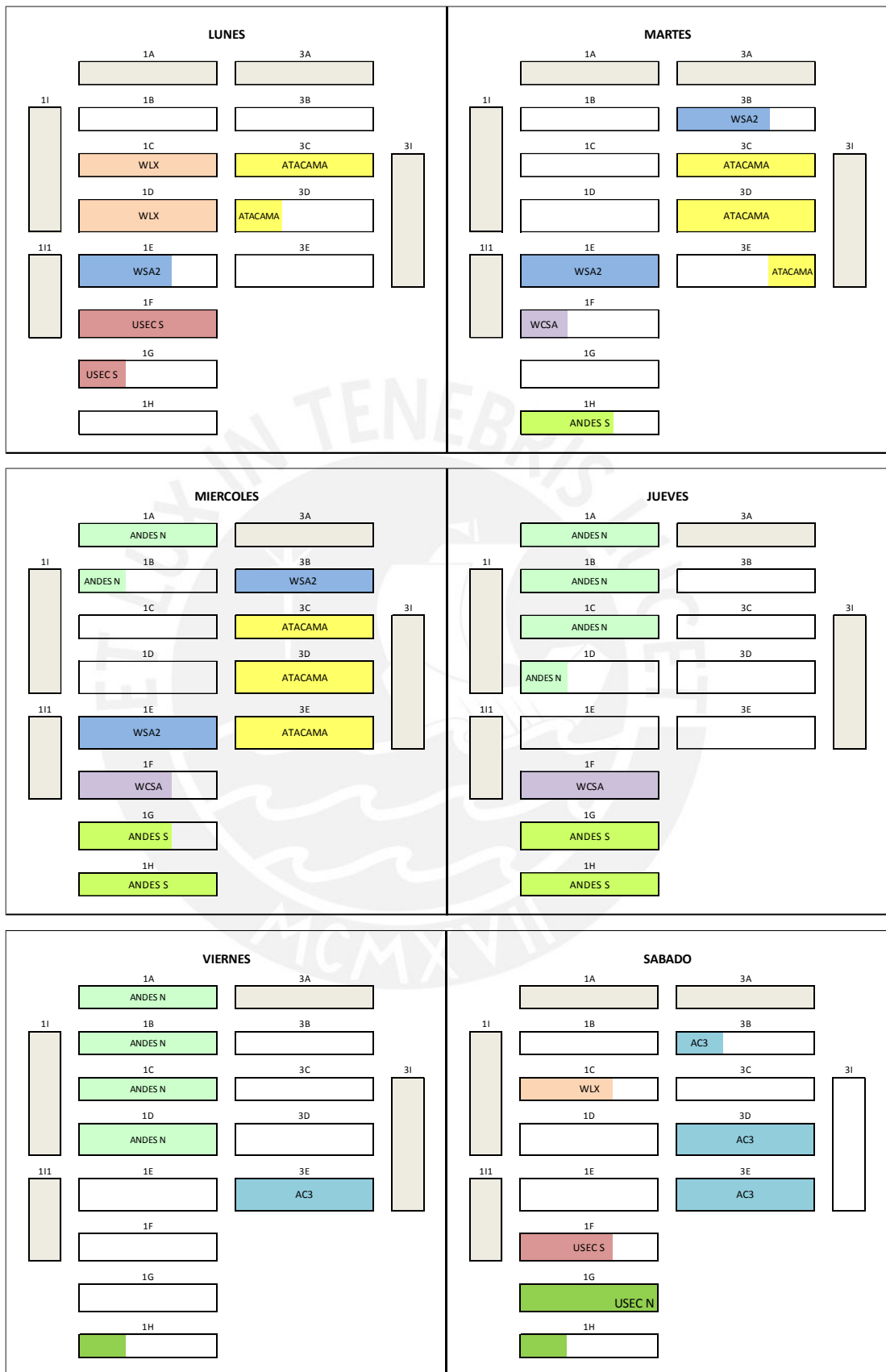
Tabla 47. Ingreso de contenedores de exportación días antes del atraque de la nave por servicio

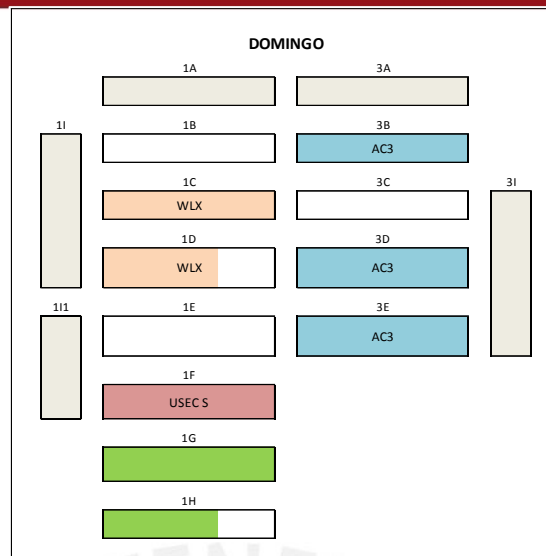
Servicio	TEU's	Días antes del atraque		
		1	2	3
		15%	46%	39%
USEC N	564	85	259	220
USEC S	454	68	209	177
WCSA	553	83	255	216
WSA 2	691	104	318	269
ATACAMA	675	101	311	263
AC3	777	117	357	303
ANDES N	2219	333	1021	865
ANDES S	418	63	192	163
WLX	701	105	322	273

Elaboración propia

La tabla muestra que el 39% del total de carga de exportación ingresa tres días antes del atraque de la nave, el 46% dos días antes y el 15% un día antes. De esta manera, se tiene la información por servicios.

Seguidamente, en base a todo lo mencionado anteriormente, se propone una planificación por día. Ver figura 42.





**Figura 42. Propuesta de planificación de contenedores**  
Elaboración propia

Los días lunes y martes se reciben y almacena parte de la carga (39% y 46%) de contenedores perteneciente a las naves que atracan el miércoles, por ejemplo Atacama y WSA2.

El día miércoles que atracan el Atacama se recibe el 15% de su carga. Además, se va almacenando el 39% de la carga del Andes N.

Los días jueves queda liberado todos los bloques donde se encontraba los contenedores del Atacama, mientras se sigue recibiendo contenedores del Andes N y Andes S en otros bloques.

Los días viernes y sábado se recibe el 39% y 46% de la carga del AC3 respectivamente. Además queda liberado, los bloques del Andes S (viernes) y Andes N (Sábado).

Finalmente, el domingo se recibe el 15% de la carga del AC3. Asimismo, se observa que el servicio Andes N requiere mayor cantidad de bloques para su carga, pues exporta mayor cantidad de contenedores.

#### 4.2.2. Beneficios a obtener por la implementación de la mejora.

Los beneficios que se obtendrán al implementar las mejoras de planificación de la exportación por depósito se describen a continuación:

- Disminución de la cantidad de removidos. Al tener distribuida la carga por servicio, se incrementa la tasa de removidos en un 67%. Esto se muestra en la tabla 48.

**Tabla 48. Reducción de la tasa de removidos**

	Actual	Propuesto
Exportación	3	5

Elaboración propia

Antes por cada tres contenedores importado se hacía un removido. Ahora, con la propuesta se tiene una tasa de 5 contenedores recibidos por cada removido.

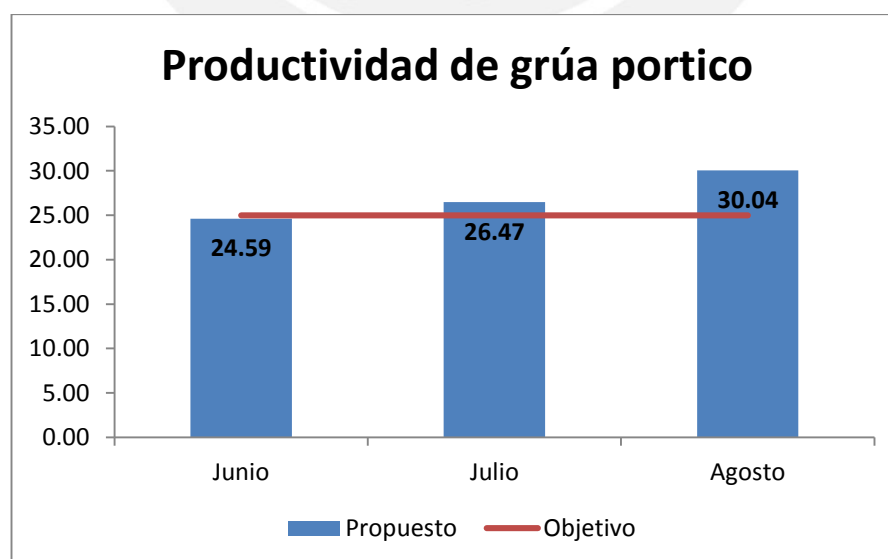
- Incremento de la productividad. Al tener distribuida la carga por servicio, cuando se inicie el proceso de embarque, no habrá demoras en llevar un contenedor a la grúa pórtico por lo que sus movimientos por hora incrementarán. Esto se muestra en la tabla 49.

**Tabla 49. Incremento de la productividad**

	Actual	Propuesto	Objetivo
Productividad	25.17	27.00	25.00

Elaboración propia

Esta propuesta supera a la productividad actual en 7%. Este resultado se obtuvo como resultado del plan piloto aplicado a la empresa durante los meses de Junio, Julio y Agosto como se muestra en la figura 43.



**Figura 43. Productividad de grúa pórtico en prueba piloto de la estrategia de patio**  
Fuente: Terminal portuario / Elaboración propia

### 4.3. Propuesta de mejora en el almacenamiento-importación

Para el proceso de despacho de contenedores se propone ordenar la descarga por depósitos mediante un análisis ABC de los depósitos que frecuentemente retiran sus contenedores por cada nave que atracca en el muelle.

#### 4.3.1. Requerimientos de procesos para la implementación de la mejora

La propuesta mencionada requiere el desarrollo de algunas actividades previas que permitan ordenar la descarga de contenedores por depósito. Por ello, se propone lo siguiente:

- Determinar la cantidad de contenedores a importar en TEU's

En base a la programación de los servicios, estimación de movimientos totales, porcentaje relacionado a la cantidad de contenedores a exportar y el factor de conversión a TEU's de 1.5 se determina la cantidad de TEU's a importar. En la tabla 50, se puede observar esta información

**Tabla 50. Detalle de movimientos en unidades y TEUS por servicio**

Servicio	Total de movimientos pronosticados	Importación	TEU's
USEC N	553	177	265
USEC S	1260	958	1436
WCSA	1085	716	1074
WSA 2	853	392	589
ATACAMA	577	127	190
AC3	1295	777	1166
ANDES N	1826	347	520
ANDES S	680	401	602
WLX	1168	701	1051

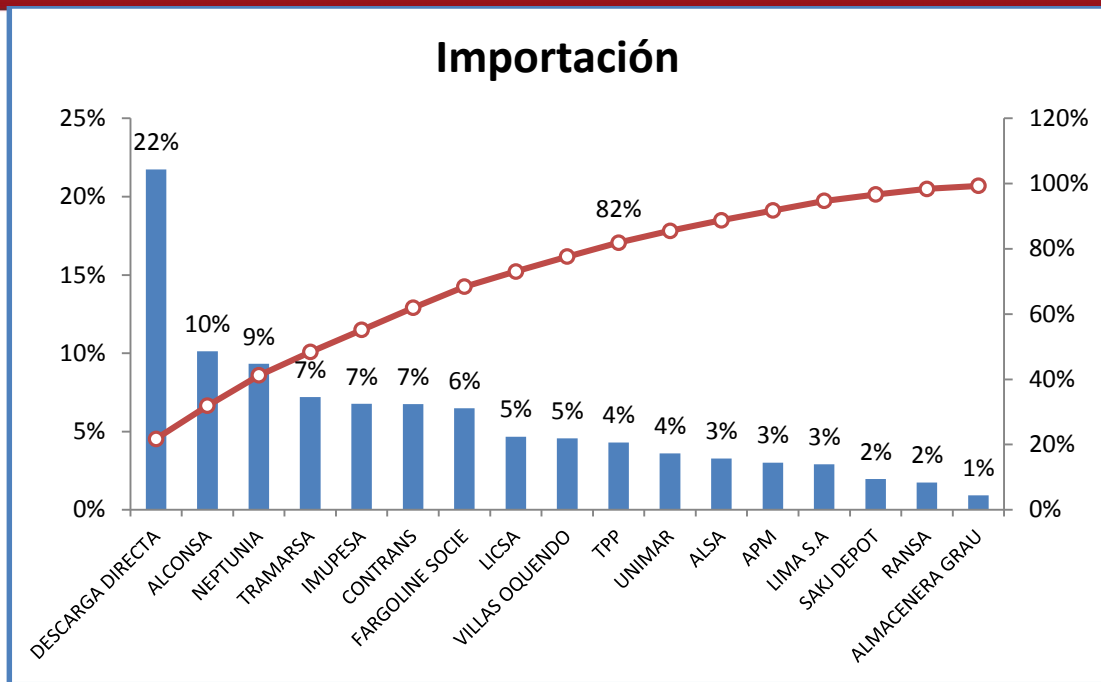
Elaboración propia

El total de la descarga en TEUS es útil para determinar el espacio ocupado en el patio, pues la capacidad de cada bloque se representa en TEUS.

- Depósitos frecuentes por servicios

Es necesario conocer los depósitos que retiran frecuentemente los contenedores por cada servicio y de forma general toda la descarga recibida en la semana. Para ello, se elaboran diagramas de Pareto. La figura 44 muestra el Pareto del total de contenedores descargados por semana y atendidos por cada servicio





**Figura 44. Depósitos por servicio**  
Fuente: Terminal portuario / Elaboración propia

Los depósitos que representan el 80% de la descarga deberán tener un bloque asignado en el patio, pues son los responsables de mover mayor cantidad de movimientos y representan el grupo A.

Por otro lado, la descarga directa, no es responsabilidad de ningún depósito extraportuario, ya que los que retiran los contenedores son agentes aduaneros que trabajan directamente con empresas importadoras de diversos productos. Por lo tanto, es aconsejable mantener un bloque en el patio destinada a este tipo de carga, ya que se requiere de un análisis más profundo para desagregar este tipo de carga, y más espacio que permita este tipo de clasificación. Esta agrupación pertenece al grupo B de la clasificación.

El grupo C está determinado por el resto de los depósitos que retiran menor cantidad de contenedores, y puede asignarse al mismo bloque que el de descarga directa. Por esta razón, se empleará un mismo bloque para los grupos B y C.

A continuación, se muestra en la tabla 51 los depósitos pertenecientes al grupo A por servicio y los TEU's que retiran cada depósito.

**Tabla 51. TEUS por depósitos del grupo A**

	ALCO NSA	NEPT UNIA	TRAMA RSA	IMUP ESA	CONTR ANS	LICS A	FARG OLIN ES	ALMACEN ERA GRAUU	ALMUS A	ALSA	UNIM AR
USEC N	6	40	22	8	16	19	8				
USEC S	115	101	130	87	87	130	87				87
WCSA	43	76	86	65	54	108	65				
WSA 2	124			18	30	18	24	106	89	59	
ATAC AMA	37	50	6	4	6		16			6	4
AC3	234	70	94	47	140		82				
ANDE S N	21	37	42	32	27	53	32				
ANDE S S	25	43	49	37	31	61	37				
WLX	43	74	85	64	53	106	64				

Elaboración propia

La tabla anterior muestra entre siete a once depósitos pertenecientes al grupo A y que deben tener un bloque asignado en el patio y la cantidad de TEUS de descarga directa por servicio.

El resto de contenedores pertenecientes a los grupos B y C se apilará en un solo bloque sin distinciones de depósito.

- Planificación en base a capacidad y un ABC por depósito

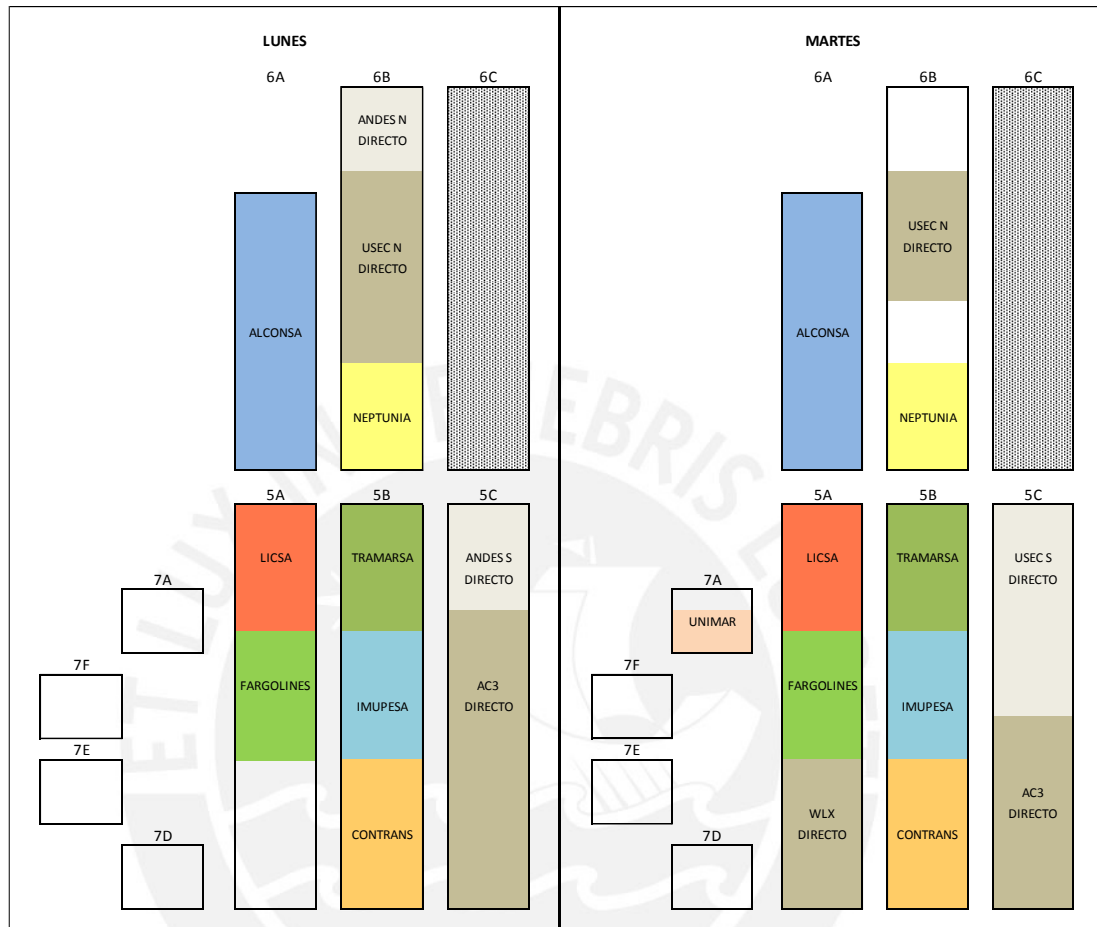
**Tabla 52. Capacidad de bloques de importación**

Bloque	Cap (Teus)	Bloque	Cap (Teus)
5A	729	6 <sup>a</sup>	378
5B	816	6B	684
5C	950	6D	-
7A	184	7E	80
7D	64	7F	40

Elaboración propia

Según la capacidad de los bloques mostrados en la tabla 52 y la preferencia de descarga por depósitos frecuentes, se propone una distribución ABC por día que considera los grupos mencionados anteriormente, ver figura 45.

Además, como se mostró en el capítulo 3 de análisis, los depósitos retiran su carga los tres primeros días finalizada la descarga, operación con la que inicia la nave, pues son días libres que no tiene una penalidad.

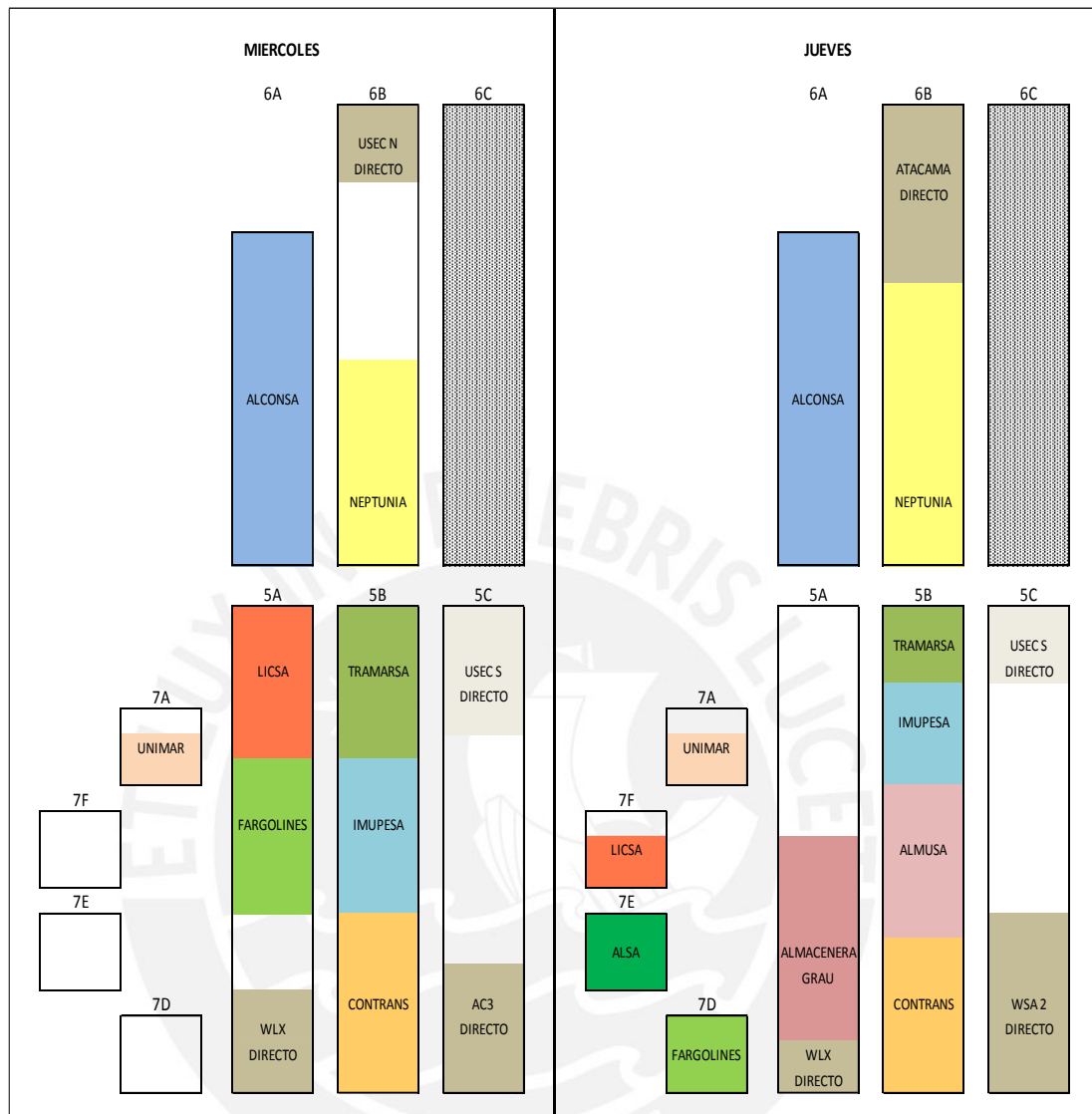


**Figura 45. Distribución por depósito propuesto para Lunes - Martes**  
Elaboración propia

Los días lunes se tiene al USEC N y al AC3, que poseen gran cantidad de descarga directa, por lo que se le asigna los bloques 6B y 5C respectivamente.

Los días martes llegan los servicios WLX y USEC S y se les asigna los bloques 5A y 5C, respectivamente. Además, se asigna el depósito Unimar al bloque 7A pues tiene aproximadamente 40 TEUS del servicio USEC S.

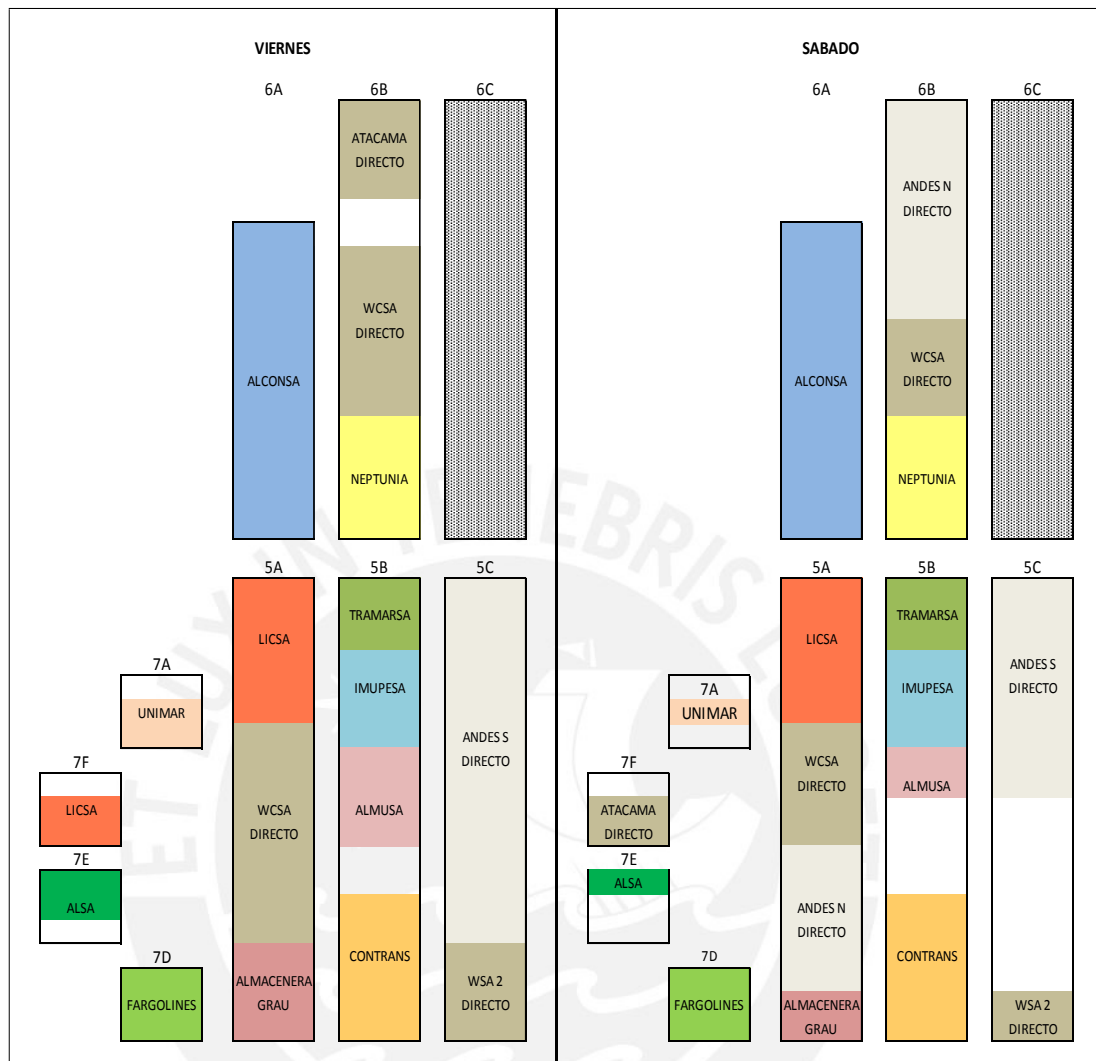
Los días miércoles no se tiene ninguna nave trabajando en el puerto, por lo que se recomienda acomodar la carga y aprovechar el despacho al máximo. En cambio, los días jueves llegan los servicios Atacama y WSA2, los cuales disminuyen su carga de los depósitos Licsa y Fargoline, por lo que se traslada a los bloques 7F y 7D, respectivamente, dejando el bloque 5A libre para la descarga directa que se aproxima en los días posteriores. Se puede observar esta estructura en la figura 46.



**Figura 46 Distribución por depósito propuesto para Miércoles - Jueves**  
Elaboración propia

Además, se asigna un espacio dentro del bloque 5A para Almacenera Grau, pues retira significativamente la carga del servicio WSA2. Similarmente, se asigna un espacio para los depósitos Almusa y Alsa que también trabaja con WSA2.

Los días viernes y sábados son donde se recibe la mayor cantidad de contenedores, por ello, se acomodó la carga los días anteriores con el fin de tener más espacio. Esta asignación se muestra en la figura 47.



**Figura 47 Distribución por depósito propuesto para Viernes - Sábado**  
Elaboración propia

Los días jueves llegan los servicios WCSA y ANDES S, sin embargo la mayor cantidad de contenedores es de descarga directa por lo que se asignan los bloques 5A y 5C, respectivamente. Además, se asigna parte del bloque 5A para el depósito Licsa, ya que retira significativamente contenedores de estos servicios.

Los días viernes llega el servicio ANDES N, que pertenece a la línea MSC al igual que los dos servicios que llegaron el jueves, por lo que su comportamiento es similar. Sin embargo, este servicio no posee mucha carga de importación, por lo que su descarga directa se asigna al bloque 6B.

Finalmente, los domingos no se tiene naves que llegan al terminal portuario. Entonces, se aprovechan esos días para realizar la mayor cantidad de despachos y

acomodar la carga para recibir nuevamente los contenedores que se descargarán al día siguiente. Esta asignación se muestra en la figura 48.

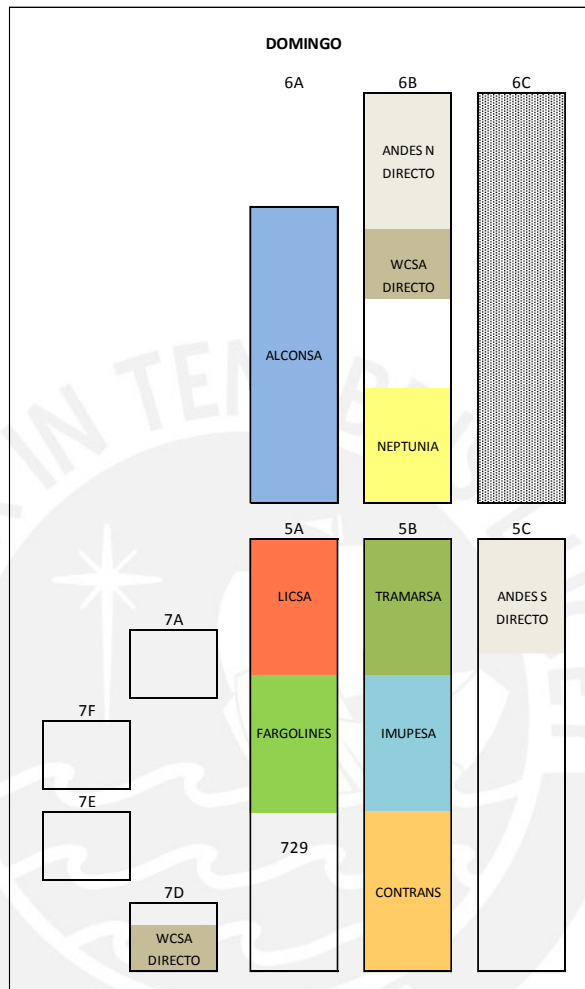


Figura 48 Distribución por depósito propuesto para domingos  
Elaboración propia

#### 4.3.2. Beneficios a obtener por la implementación de la mejora

Los beneficios que se obtendrán al implementar las mejoras de ordenar la descarga por depósito se describen a continuación:

- Disminución de la cantidad de removidos. Al tener distribuida la carga por depósito, se evitan los removidos en un 50%, pues como máximo el 50% de la carga se encuentra en el bloque de descarga directa, donde se mantendrá los removidos. Esta reducción se muestra en la tabla 53.

Tabla 53. Reducción de la tasa de removidos

	Actual	Propuesto
Importación	1.0	2.0

Elaboración propia

Antes por cada contenedor importado se hacía un removido, lo que significaba dos movimientos. Ahora, con la propuesta se tiene una tasa de 2 contenedores importados por cada removido, lo q significa 3 movimientos. (Anexo 10)

- Disminución del tiempo de despacho. El tiempo de despacho inicial era de 8 minutos como se vio en el DAP, pues se emplea 5 minutos en realizar removidos y otros 3 minutos en la actividad propia en el despacho. Sin embargo, después de esta mejora se pretende disminuir la cantidad de removidos y por lo tanto el tiempo de removido en 60%. Ver tabla 54.

Tabla 54. Comparación tiempo de despacho

	Tiempo removido	Tiempo Despacho	Tiempo Total
Actual	5	3	8
Propuesto	2	3	5

Elaboración propia

## CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este capítulo, se realizará el análisis económico de la atapa de Recepción y despacho así como el de la etapa de Almacenamiento.

### 5.1. Evaluación económica de la etapa Recepción y despacho.

En la etapa de recepción y despacho, será necesario invertir en la implementación de las mejoras propuestas de reducción en tiempo en el ingreso y salida de balanza, y gestión visual del patio. Para la planificación de recursos, no es necesario realizar una inversión ya que la propuesta de mejora es una estrategia que dependerá del análisis de la persona que se encargue de la planificación de patio. Entonces, la inversión total de la implementación de estas mejoras se evaluará con el ahorro generado por el beneficio del conjunto de estas para conocer su rentabilidad.

#### 5.1.1. Inversión de implementación

##### a. Reducción en el tiempo de ingreso y salida de balanza

Para la gestión en la caseta de balanza, será necesario levantar las 4 casetas que están destinadas para los contenedores, por lo que primero se derrumbarán y luego se realizará la construcción. Se incurrirá una inversión de S/.40,000, ver tabla 55.

Tabla 55. Inversión en la gestión en la caseta de balanza.

Gestión en la caseta de balanza			
Concepto	Cantidad	Costo unitario	Costo total
levantamiento de casetas	4	S/. 10,000.00	S/. 40,000.00

Elaboración propia

Para el proceso eficiente de asignación a balanza, se incurren en costos de implementación de señales y servicio de instalación de las conexiones eléctricas de los semáforos. Ver tabla 56.

Tabla 56. Inversión para el proceso de asignación a balanza

Proceso eficiente de asignación a balanza			
Señal a implementar	Cantidad	Costo unitario	Total
cono con cinta reflectiva	6	S/. 45.90	S/. 275.40
semáforo de marquesina	4	S/. 220.00	S/. 880.00
Servicio de instalación	1	S/. 1,100.00	S/. 1,100.00
Costo total			<b>S/. 2,255.40</b>

Elaboración propia



Para la capacitación, se considerará el pago a los ponentes por la duración total de las capacitaciones, los costos del coffee break y boletines entregados. Asimismo, se invertirá en los pagos de horas extras de los trabajadores debido a que las charlas están programadas fuera del horario normal de trabajo. Actualmente, el sueldo promedio de los inspectores y operarios de balanza es S/. 1,500.00 y trabajan 192 horas por mes, lo que resulta un pago de S/.7.8 por hora en tiempo normal. Entonces, el pago de horas extra es S/. 11.7, ya que representa el 150% del pago por hora en tiempo normal. Para una mejor visualización, ver tabla 57.

**Tabla 57. Sueldo de operarios**

<b>Inspector-Operador balanza</b>	
Salario	S/.1500
Horas/mes	192
Costo H-H	S/. 7.8
Costo H-H extra	S/ 11.70

Elaboración propia

En la tabla 58, se muestra los costos detallados del programa de capacitaciones establecido que ascienden a un total de S/. 18,518.00.

Tabla 58. Inversión para la capacitación

N°	Nombre de capacitación	Tiempo (Horas)	Dirigido a	Cantidad	Costo de HH extra	Costo ponente	Costos adicionales	Costo total
1	Sub procesos involucrados en la etapa de recepción del ciclo de almacenamiento: actual y mejorado	2	Operarios de balanza	15	S/. 351.00	-	S/. 814.00	S/. 1,399.00
			Inspectores	10	S/. 234.00	-		
2	Sistema de gestión visual implementada en las casetas: modo de uso, normas y conceptos	2	Operarios de balanza	15	S/. 351.00	-	S/. 814.00	S/. 5,399.00
			Inspectores	10	S/. 234.00	S/. 4,000.00		
3	Metrología: método y control	2	Operarios de balanza	15	S/. 351.00	S/. 4,000.00	S/. 470.00	S/. 4,821.00
4	Gestión de distribución de balanzas	2	Operarios de balanza	15	S/. 351.00	-	S/. 814.00	S/. 1,399.00
			Inspectores	10	S/. 234.00	-		
5	Sistema de gestión visual implementada en las casetas: significancia. Nueva distribución de balanzas	3	Choferes	50	-	S/. 4,000.00	S/. 1,500.00	S/. 5,500.00
						-		
Costo total								<b>S/. 18,518.00</b>

Elaboración propia

## b. Gestión visual del patio

En la gestión visual del patio, se invertirá en la implementación de la señalética donde se incurre en un costo total de S/. 20,760.00. En la tabla 59, se muestra el detalle de estos costos.

Tabla 59. Inversión para la implementación de Gestión visual

Gestión visual			
Concepto	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Señal orientadora	3	S/. 1,000.00	S/. 3,000.00
Señal direccionales	6	S/. 715.00	S/. 4,290.00
Señales identificativas	10	S/. 355.00	S/. 3,550.00
Postes metálicos	19	S/. 165.00	S/. 3,135.00
mapas portables	700	S/. 5.00	S/. 3,500.00
Señalización nocturna (piso )	1	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00
Servicio de instalación	1	S/. 1,285.00	S/. 1,285.00
Costo total			<b>S/. 20,760.00</b>

Elaboración propia

La inversión total generada por las mejoras mencionadas anteriormente es de S/. 81,533.40 como se muestra en la tabla 60.

Tabla 60. Inversión para la etapa de Recepción y Despacho

Mejoras	Costos
Estandarización en la inspección y asignación a balanza	S/. 2,255.40
Gestión en la caseta de balanza	S/. 40,000.00
Capacitación	S/. 18,518.00
Gestión visual	S/. 20,760.00
Total	<b>S/. 81,533.40</b>

Elaboración propia

## 5.1.2. Ahorro de implementación

Con las propuestas de mejoras, se logra disminuir el Turn time, por lo que se dejaría de pagar sus costos asociados. Actualmente, la empresa incurre en costos de S/. 2,695.00 al mes por ofrecer un inadecuado nivel de servicio a los camiones que ingresan a recoger contenedores de importación. Este costo, el cual es establecido por el terminal portuario, involucra el pago que se debe realizar a las entidades reguladoras, costo por insatisfacción al cliente y costo por riesgo de pérdida de clientes. Con la implementación de las mejoras, este costo llegaría a ser un ahorro anual de S/. 32,340.00 como se muestra en la tabla 61.

Tabla 61. Ahorro debido al turn time

Ahorro por exceso del Turn time (> 30 min)	
Ahorro incurrido por mes	S/. 2,695.00
Ahorros incurrido por año	<b>S/. 32,340.00</b>

Elaboración propia

Además del ahorro generado por el Turn time, se consigue un ahorro anual de S/. 18,400.00 debido al mantenimiento preventivo de las balanzas el cual tiene un costo de S/. 3900.00 por balanza. También, se sabe que en promedio, se malogran 4 veces en un año y que el costo generado fue de S/.8,500.00 en promedio por cada vez que se malogró. En la tabla 62, se muestra el ahorro por mantenimiento preventivo.

Tabla 62. Ahorro por mantenimiento preventivo

Ahorro por mantenimiento preventivo	
costo de mantenimiento preventivo	S/. 15,600.00
costo por fallas de balanza anual	S/. 34,000.00
Ahorro por mantenimiento preventivo	<b>S/. 18,400.00</b>

Elaboración propia

### 5.1.3. Análisis económico

Para saber si la inversión justifica las mejoras, se hallará el valor de la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN). Estas inversiones ya han sido justificadas anteriormente, así que en la tabla 63, se muestra el flujo de inversión.

Tabla 63. Flujo de inversión en la recepción y despacho

Flujo de inversión	Inversión	Ahorro
Año 0	-S/. 81,533.40	
Año 1		S/. 50,740.00
Año 2		S/. 50,740.00
Año 3		S/. 50,740.00
Año 4		S/. 50,740.00
Año 5		S/. 50,740.00

Elaboración propia

Para contar con un punto de referencia, se calculó el costo de oportunidad (COK) teniendo en cuenta el modelo de Valorización de activos de capital (CAPM):

$$COK = \beta * (R_m - R_f) + R_f + R_{país}$$

En donde:

- $\beta = 0.6$  (Según dato del profesor A. Domodaram en base al promedio de 179 firmas del Sector de Seguros de propiedades y accidentes en enero del 2015 )
- $R_m - R_f$  : Prima por riesgo de mercado= 12.17% (Finanzas corporativas, S&P 500)
- $R_f$ : Tasa de libre riesgo=1.52% (Bonos del tesoro americano de 5 años a octubre 2015)
- $R_{país}$ : Riesgo país=1.92% (Estadísticas del Banco central de reserva a Octubre 2015)

$$COK = 0.6 * (12.17\%) + 1.52\% + 1.92\% = 11\%$$

El detalle de estos cálculos se muestra en anexo 11.

Considerando todos los datos anteriores, se obtiene un TIR de 55% y una VAN de S/. 105,996.41. Estos resultados indican que las propuestas de mejora representan buena viabilidad económica para los intereses del terminal portuario.

## 5.2. Evaluación económica de la etapa de Almacenamiento

En la etapa de almacenamiento, tanto para los contenedores de exportación como para los contenedores de importación se emplearon estrategias de patio donde se utilizaron herramientas de pronósticos y clasificación ABC.

### 5.2.1. Inversión de implementación

Esta propuesta en la etapa de almacenamiento requiere una inversión mínima, ya que lo más importante es que el planificador de patio elabore la nueva estrategia cada semana y realice un seguimiento continuo.

Inicialmente, se incurrirá en costos por removidos planificados (housekeeping) con el objetivo de acomodar los contenedores del patio según lo requerido en la estrategia, ver tabla 64.

**Tabla 64. Costos iniciales por removidos planificados**

Exportación	
removidos inicial necesario (housekeeping)	5000
costo de removido	21
Costo total	S/. 105,000.00

Importación	
removidos inicial necesario (housekeeping)	12000
costo de removido	12
Costo total	S/. 252,000.00

Elaboración propia

El costo que se incurre inicialmente para ambas estrategias es de S/. 357,000.00 solo para el primer año.

### 5.2.2. Ahorro de implementación

En el patio de exportación, se dejan de remover 15523 contenedores cada año lo que representa un ahorro de S/. 325,987.20 anual, ya que el costo por removido es S/. 21. Este costo es manejado por el terminal portuario e implica principalmente el costo del combustible y mano de obra. Sin embargo, cabe mencionar, que solo el primer año, el ahorro disminuirá a S/.220,987.20 debido al costo de housekeeping inicial. Ver tabla 65.

Tabla 65. Ahorro anual por estrategia de patio en la exportación

Exportación	Actual	Propuesto
Tasa de removidos	3	5
Promedio de movimientos mensuales	9702	9702
Promedio de removidos mensuales	3234	1940
Promedio de removidos anuales	38808	23285

Ahorro	
Cantidad de removidos	15523
Costo por removido	S/./21.00
Ahorro total anual	<b>S/. 325,987.20</b>

Elaboración propia

Asimismo, en el patio de importación, se dejan de remover 63792 contenedores cada año lo que representa un ahorro de S/. 1'339,632.00 anual, ya que el costo por removido es S/. 21 como se explicó anteriormente. Sin embargo, cabe mencionar, que solo el primer año, el ahorro disminuirá a S/.1'087,632.00 debido al costo de housekeeping inicial. Ver tabla 66.

Tabla 66 Ahorro anual por estrategia de patio de la importación.

Importación	Actual	Propuesto
Tasa de removidos	1	2
Promedio de movimientos mensuales	10632	10632
Promedio de removidos mensuales	10632	5316
Promedio de removidos anuales	127584	63792

Ahorro	
Cantidad de removidos	63792
Costo por removido	S/.21.00
Ahorro total anual	<b>S/.1'339,632.00</b>

Elaboración propia

Entonces, se obtiene un ahorro total en ambas operaciones de almacenamiento de S/. 1, 308,619.20 para el primer año y S/. 1, 665,619.20 para los años restantes.

### 5.2.3. Análisis económico

Al igual que en la etapa de recepción y despacho, para saber si la inversión del almacenamiento justifica las mejoras, se hallará el valor de la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN) considerando el cok hallado anteriormente. En la tabla 67, se muestra el flujo de inversión.

Tabla 67. Flujo de inversión en el almacenamiento

Flujo de inversión	Inversión	Ahorro
Año 0	-S/. 1,308,619.20	
Año 1		S/. 1,665,619.20
Año 2		S/. 1,665,619.20
Año 3		S/. 1,665,619.20
Año 4		S/. 1,665,619.20
Año 5		S/. 1,665,619.20

Elaboración propia

El TIR obtenido es de 125% y una VAN de S/. S/. 4, 847,337.83. En base a los resultados, se puede notar que la propuesta en el almacenamiento es tan rentable que la inversión logra justificarse en el primer año y esto se debe, básicamente, a que la mejora de cambio de estrategia de almacenamiento genera un gran impacto de ahorro.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- A través de un proceso eficiente de asignación a balanza, gestión en las casetas y las capacitaciones se logra eliminar demoras y traslados innecesarios, de tal forma que se reduce el tiempo en el ingreso y salida de balanza en 55% para el proceso de recepción y en 44% para el proceso de despacho. Esto contribuye significativamente en descongestionar el tráfico de camiones en las avenidas aledañas.
- El mantenimiento preventivo anual y la adecuada gestión de activos fijo consiguen un ahorro de S/. 18,400.00 anual, debido a que se evitan fallas de balanzas y por consiguiente paralizaciones que impiden el desarrollo de las transacciones.
- La implementación de carteles y parantes en el patio, señalización nocturna y entrega de mapas portables a los usuarios logra eliminar el tiempo de búsqueda de la ubicación del contenedor en el patio. Para dejar los contenedores de exportación el tiempo disminuye en un 38%, mientras que para recoger contenedores de importación el tiempo se disminuye en un 53%.
- El cumplimiento de la planificación de recursos de Reach Stacker aumenta en un 15%, lo cual implica que el tiempo de espera de la maquinaria disminuye en 33%.
- Con las propuestas de mejora de recepción y despacho se logra disminuir el Turn Time de importación en un 39% y el de exportación en un 38%. De esta manera, se consigue que ambos indicadores se encuentren dentro de los límites exigidos por la APN y que el nivel de servicio aumente logrando mayor satisfacción del cliente. Esto supone un ahorro de S/. 32,340 anuales.
- A partir de los pronósticos se puede estimar la demanda de contenedores por servicio según su programación de atraque al terminal portuario. Para ello, fue necesario evaluar el patrón de la demanda y el modelo de pronóstico que más se adecue a ello. De esta forma, se concluye que el patrón es horizontal con ligera tendencia.



- La estrategia de patio de almacenamiento de contenedores de exportación reduce la cantidad de removidos a cinco contenedores exportados por removido logrando un ahorro anual de S/. 325,987 anuales.
- La estrategia de patio de almacenamiento de contenedores de importación emplea clasificación ABC en base a la frecuencia de contenedores retirados por los depósitos y reduce la cantidad de removidos a dos contenedores importados por removido, lo cual implica un ahorro anual de S/. 1'339,632 anuales.
- Considerando un tiempo de vida del proyecto de cinco años, se obtuvo una tasa interna de retorno estimada de 125% y un valor actual neto de S/.4,847,337.83. Lo invertido logra recuperarse en 1 año, por lo que la mejora en el almacenamiento es altamente factible.
- Considerando un tiempo de vida del proyecto de cinco años, se obtuvo una tasa interna de retorno estimada de 55% y un valor actual neto de S/. 105,996 lo que afirma la viabilidad de la implementación de las mejoras de recepción y despacho.

## Recomendaciones

- Es necesario que se realice proyecciones de la demanda para ajustar las mejoras a la realidad del puerto. En el caso de que la demanda de contenedores aumente, se sugiere realizar un proyecto de ampliación de patio debido a que este, actualmente, no cuenta con demasiada capacidad para albergar más contenedores en cantidades exabruptas; es decir, habilitar otro patio de contenedores. En caso de habilitar otro patio, las mejoras planteadas deberán adecuarse al nuevo escenario.
- Se recomienda asegurar la continuidad de las mejoras propuestas en el tiempo mediante capacitaciones periódicas al personal del puerto como los encargados de llevar los contenedores al puerto, ya que, en caso de haber, rotación de personal en la empresa o contratos con nuevos clientes, el conocimiento sobre las mejoras planteadas se perdería. Para ello, se sugiere seleccionar líderes por cada tema de capacitación para que influya en otros y fomente la transmisión de la información.
- Es importante continuar con las pruebas pilotos de la estrategia de patio de contenedores de exportación como de importación hasta generar una cultura de cambio en los trabajadores implicados de su desarrollo. De esta manera, se podrá

perfeccionar la estrategia y continuar mejorando el indicador de cantidad de removidos.

- Se recomienda un plan de mantenimiento preventivo de balanza para evitar posibles fallas de estos. Este mantenimiento es importante para la revisión de los equipos y para que no pongan en riesgo la salud de los operarios ni la calidad de servicio que se ofrece.
- Se recomienda realizar un análisis más profundo de la frecuencia de clientes que llegan al terminal para dejar sus contenedores de exportación, de tal manera que este ingreso se realice de forma constante y sea controlado por el Terminal. Es decir, se sugiere el empleo de citas para evitar los días picos de transacciones en balanza.
- Como recomendación adicional, se sugiere adicionar más bloques de importación que permitan obtener una mayor clasificación de los depósitos que retiran frecuentemente sus contenedores con respecto a una línea, pues aún se conserva gran porcentaje de contenedores asignados al bloque de descarga directa.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANAYA, Julio  
2008 *Almacenes: análisis, diseño y organización*. España: ESIC.  
Consulta: 10 de abril del 2015.  
<<https://books.google.es/books?id=ND-L5bo-5aYC&printsec=frontcover&dq=anaya&hl=es&sa=X&ei=rN8qVe7rOZOGNqOCgrAG&ved=0CCwQ6AEwAg#v=onepage&q=anaya&f=false>>
- BCRP  
2015 Indicadores de riesgo para países emergentes  
Consulta: 20 de Noviembre del 2015  
<[www.bcrp.gob.pe/docs/Estadisticas/Cuadros-Estadisticos/NC\\_037.xls](http://www.bcrp.gob.pe/docs/Estadisticas/Cuadros-Estadisticos/NC_037.xls)>
- BONILLA, Elsie  
2010 *Mejora continua de los procesos: Herramientas y técnicas*.  
Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima
- CABO, Javier  
2007 Los procesos. Consulta: 06 de abril 2015.  
<<http://www.gestion-sanitaria.com/2-procesos.html>>
- CADENA DE SUMINISTRO  
2013 “Innovaciones en terminales portuarios de contenedores”.  
*Cadena de suministro*. Noticias. España, 19 de febrero.  
Consulta: 31 de octubre 2015.  
< <http://www.cadenadesuministro.es/noticias/innovaciones-en-terminales-portuarias-de-contenedores/>>
- CARRANZA, Octavio  
2003 *Logística: mejores prácticas en Latinoamérica*  
Mexico D.F.: Thomson
- CEDEX  
2007 Optimización y estudio de la capacidad de terminales portuarias  
mediante modelos de simulación de la explotación.  
Determinación de los niveles de servicio.  
Madrid: Universidad Politécnica de Madrid
- COLLIER, David  
2009 “Pronósticos”. *Administración de operaciones: bienes, servicios y  
cadena de valor*. México: Cengage Learning.
- CORRALES, Cesar  
2011 *Estudio del trabajo 6\_2011\_1* [diapositivas].Lima

- DAMODARÁN, Aswath  
2015                    Betas by Sector (US)  
                          Consulta: 20 de Noviembre del 2015  
                          <[http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/Betas.html](http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html)>
- EI COMERCIO  
2012                    “Perú es el tercero en facilitación del comercio en la región”.  
                          *EL comercio*. Economía. Lima, 01 de abril. Consulta: 2 de mayo  
                          2015.  
                          <<http://elcomercio.pe/economia/peru/peru-tercero-facilitacion-comercio-region-noticia-1719844>>
- EL PERUANO  
2003                    Ley del Sistema Portuario Nacional. Congreso de la República.  
                          Lima, sábado 1 de marzo de 2003
- EMPRESA PORTUARIA ARICA  
2013                    “Memoria 2013”. *Empresa portuaria de Arica*.  
                          Arica: AZ3 comunicaciones. Consulta: 4 de junio del 2015  
                          <[http://www.puertoarica.cl/www/descargas/Memorias/memoria\\_2013.pdf](http://www.puertoarica.cl/www/descargas/Memorias/memoria_2013.pdf)>
- FERRÍN, Arturo  
2007                    “La técnica ABC”. *Gestion de Stocks en la logística de almacenes*.  
                          España: FC editorial.
- FRAZELLE, Edward  
2007                    “¿Por qué tener una bodega?”. *Logística de almacenamiento y*  
                          *manejo de materiales de clase mundial*. Colombia: Norma.
- GARCÍA, Alfonso  
1989                    Almacenes, Planeación y Control. México: Trillas
- INVESTING  
2015                    S&P 500 (SPX)  
                          Consulta: 20 de Noviembre del 2015  
                          <<http://es.investing.com/indices/us-spx-500>>
- KRAJEWSKI, Lee  
2008                    “Pronósticos”. *Administración de operaciones: Procesos y*  
                          *cadena*. México: Pearson.
- MCKINSEY&COMPANY  
2008                    Publications. Consulta: 13 de setiembre 2015  
                          < <http://www.mckinsey.com/insights>>
- MAULEÓN, Mikel  
2003                    Sistemas de almacenaje y picking. Madrid: Díaz de Santos

- MONFORT, Arturo  
2011  
Innovaciones tecnológicas y de gestión en terminales portuarias de contenedores: una clasificación. Innovaciones en TCPs. Valencia. Consulta: 16 de Abril 2015.  
<<http://www.fundacion.valenciaport.com/docs/ponencias/PonenciaInnovacionesenTCPs.pdf>>
- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO  
1996  
Introducción al estudio del trabajo.  
Ginebra: Oficina Internacional del trabajo
- PAREDES, Francis  
2015  
*Kaizen* [diapositivas]. Lima.
- PAREDES, Francis  
2015  
*Poka yoke* [diapositivas]. Lima.
- PAU I COS, Jordi  
2001  
“Almacén de producto terminado”. *Manual de logística integral*. España: Díaz de Santos.
- PIERRE, Benjamin  
2003  
“Dynamic abc storage policy in erratic demand enviroments”  
Jurnal Teknik Industri Vol. 5, no. 1
- RBJ Consultores SAC  
2014  
Comentado el 4 de setiembre a “El método o diagrama de Ishikawa”. Consulta: 10 de diciembre 2015
- REY, Francisco  
2005  
*Las 5s: Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid: Fundación Confemetal
- ROUX MICHAEL  
1997  
Manual de logística para la gestión de almacenes.  
Barcelona: Gestión 2000
- SOSA, Demetrio  
1998  
Conceptos y Herramientas para la mejora continua.  
México: Editorial Limusa
- UNIVERSIDAD DE CATALUNYA  
2013  
Terminales Portuarias: Planificación y diseño de operaciones.  
Universidad politécnica de Catalunya  
Consulta: 01 de abril del 2015  
<<http://es.slideshare.net/goodbyerik/doc-tim-b2i>>
- UNIVERSIDAD SEVILLA  
2012  
Conceptos básicos de las terminales de contenedores.  
Sevilla: Universidad de Sevilla

US DEPARTMENT OF THE TREASURY

2015

Daily Treasury Yield Curve Rates 2015.

Consulta: 20 de Noviembre del 2015

<<https://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/TextView.aspx?data=yieldYear&year=2015>>

