



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA

MEJORA EN LA OPERATIVIDAD DEL PUERTO SAN VICENTE POR
MEDIO DE LA GENERACIÓN DE UN NUEVO LAYOUT PARA EL
PATIO DE CONTENEDORES, MODELO DE ASIGNACIÓN PARA
ÁREAS DE ACOPIO Y DISEÑO DEL FLUJO PARA FAENAS DE
AFORO DE CONTENEDORES

Para optar al título de Ingeniero Civil Industrial

FELIPE ALEJANDRO LLANTÉN SANHUEZA

SAN VICENTE TERMINAL INTERNACIONAL S.A.

Pablo García Astete	Patricio Cea Echeverría	Rodrigo Rebolledo Vega
Nombre Supervisor Empresa	Nombre Profesor Evaluador 1	Nombre Profesor Evaluador 2

Nota Informe escrito:

Glosario

Yard: Departamento en donde su principal función es ser un puente entre las operaciones que el buque y los camiones externos requieren, teniendo como objetivos abastecer de forma eficiente el gancho de las grúas y disminuir el tiempo que los camiones permanecen dentro del terminal.

Grúas STS (Ship to Shore): Nuevas grúas que permiten ofrecer una operación más eficiente, representando una mejora significativa en rendimientos y condiciones de seguridad para los trabajadores.

Tracto camión: Vehículo comercial para tareas pesadas que opera dentro del terminal para satisfacer el porteo de contenedores, faenas de stacking, depósito, CFS.

Depósito y maestranza: Sector destinado al almacenamiento de contenedores vacíos, además de llevar a cabo una serie de actividades complementarias como las inspecciones, reparaciones, recepciones y despachos de los mismos, entre otras.

Aforo: Sector exclusivo en el cual se tiene como objetivo, revisar la mercancía mediante un representante de aduanas, a fin de verificar que lo declarado esté de acuerdo a lo existente físicamente.

TEUS: Corresponde a una unidad de medida de capacidad inexacta del transporte marítimo expresada en contenedores, 1 TEUS corresponde a un contenedor de 20'.

Resumen Ejecutivo

El presente informe es el resultado de la experiencia como alumno en práctica de la denominada Práctica Profesional Tutelada, que tiene como objetivo general suplir las necesidades de la empresa en varias tareas propuestas. El correcto cumplimiento de esta Práctica Profesional Tutelada es lo que permite por consecución optar al título de Ingeniero Civil Industrial, por lo tanto, a continuación se describen tanto el desarrollo, como los resultados obtenidos en dicha experiencia profesional.

Durante el periodo de práctica realizada en SVTI (San Vicente Terminal Internacional) fueron abordados tres grandes problemas involucrados directamente en las actividades operativas del puerto.

La primera consiste en **definir un mejor layout para el patio de contenedores:**

Para abordar esta problemática se utilizó la metodología SLP (Systematic Layout Planning), en conjunto con modelos matemáticos y la herramienta de diseño AutoCad, permitiendo proponer y presentar un nuevo layout que mejora los servicios prestados por el terminal portuario.

La segunda problemática a abordar consiste en **mejorar la planificación del Yard:**

Para dicha problemática se realizó un modelo matemático aplicado en el software de optimización Lingo, apoyado con la herramienta de diseño AutoCad, con el fin de distribuir y designar lugares fijos de acopio para los distintos tipos de

contenedores que operan dentro del puerto, permitiendo disminuir las ineficiencias al momento de tomar decisiones sobre donde sería mejor posicionarlos.

La última problemática consiste en **diseñar el flujo (sistémico y operativo) para faenas de aforo de contenedores:**

Dicha problemática fue abordada con la herramienta de VSM o Mapa del flujo de valor, identificando los desperdicios existentes con sus respectivas soluciones, apoyadas del método de los factores ponderados, diagrama de flujo y la herramienta de diseño AutoCad, permitiendo mejorar la coordinación de las actividades del centro de operaciones (Yard) con las del sector de aforo de contenedores.

Rúbrica de Evaluación Final de Práctica Profesional Tutelada

Datos de la Empresa/Organización

Nombre o Razón Social	<u>San Vicente Terminal Internacional S.A</u>
Dirección	<u>Avenida Latorre 1590 San Vicente, Talcahuano</u>
Giro	<u>Portuario, Muellaje y Almacenaje</u>
Nombre Supervisor de Práctica	<u>Pablo Garcia Astete</u>
Cargo	<u>Jefe de División Servicios Logísticos</u>
Profesión	<u>Ingeniero Civil Industrial</u>
Fecha de la Evaluación	<u>07/06/2019</u>

Datos del Estudiante

Nombre Completo	<u>Felipe LLanten Sanhueza</u>
Rut	<u>19.001.741-9</u>
Teléfono de contacto	<u>978655493</u>
Correo electrónico	<u>fllanten@ing.ucsc.cl</u>

La Carrera cree firmemente en el trabajo conjunto con el medio externo, para formar profesionales actualizados en la disciplina, capaces de destacar por sus sólidos conocimientos, habilidades interpersonales y por el sello identitario otorgado la UCSC.

La información entregada por usted es utilizada como retroalimentación para validar y/o actualizar el perfil de egreso, así como para mejorar el quehacer académico de nuestra Carrera.

Marque con una X la calificación correspondiente a cada ítem

Si, debido a las actividades asignadas al estudiante, alguno de estos aspectos no pudo ser observado durante el periodo de práctica profesional tutelada, favor evaluar dicho ítem como "No observado".

	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Deficiente	No Observado
Aporte Personal y Motivación	X					
Asistencia y puntualidad	X					
Responsabilidad	X					

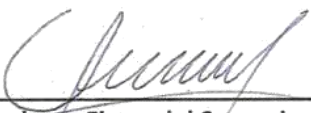
Adaptabilidad	X					
Iniciativa	X					
Actitud para trabajar en equipo	X					
Relaciones Humanas	X					
Dominio de temas técnicos	X					
Capacidad para concebir soluciones	X					
Capacidad de diseñar	X					
Capacidad para implementar	X					
Capacidad para operar sistemas	X					
Capacidad de respuesta ante trabajo bajo presión	X					
Capacidad de cumplir satisfactoriamente , en términos de plazo y calidad, con los trabajos asignados.	X					
Capacidad de análisis y sentido común a la hora de resolver un problema.	X					
Claridad en la exposición de sus opiniones, ideas y argumentos	X					

Las preguntas siguientes no tienen puntaje asignado y por ende no influyen en la calificación final de alumno; sin embargo, para la carrera de Ingeniería Civil Industrial es importante que el supervisor las contesten honestamente con el fin de conocer si nuestros alumnos están respondiendo a las necesidades de la empresa; y en el caso contrario poder tomar las medidas correctivas para que ello ocurra.

Si le hiciera falta personal, ¿contrataría al estudiante que ha tenido en práctica?	SÍ	Indique el porqué
	NO	Si, porque tuvo un desempeño sobresaliente en su práctica profesional, levanto problemáticas y genero soluciones a éstas.
¿Volvería a tener un estudiante en práctica de la UCSC?	SÍ	Indique el porqué
	NO	Si, porque cumplen con los conocimientos técnicos que un ingeniero civil industrial debe de tener.

Por favor incluya brevemente comentarios generales (positivos y/o negativos) sobre las actividades realizadas, el desempeño en el trabajo y su apreciación personal respecto al alumno en práctica profesional tutelada.

Excelente profesional, da cumplimiento a la totalidad de problemáticas propuesta. Demostró compromiso y buena disposición frente a desafíos planteados.


 Nombre y Firma del Supervisor
 Timbre de la Empresa



Esta pauta debe ser completada y firmada por el supervisor directo del alumno en práctica y entregada al Coordinador de Prácticas de la Carrera.

Cc: Coordinador de Prácticas
 Interesado
 Archivo

Índice

Capítulo 1. Introducción	1
1.1. Problemas.....	1
1.1.1. Definir un mejor layout para el patio de contenedores.....	1
1.1.2. Mejorar la planificación del Yard.....	1
1.1.3. Diseñar el flujo (sistémico y operativo) para faenas de aforo de contenedores.....	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Descripción de la empresa.....	4
1.3.1. Antecedentes generales	4
Líneas navieras contenedores	4
Líneas navieras carga general	5
1.3.2. Misión	6
1.3.3. Visión.....	6
1.3.4. Unidad en la cual se enmarca la práctica tutelada.....	6
Capítulo 2. Herramientas y Métodos	6
2.1. Definir un mejor layout para el patio de contenedores.....	7
2.1.1. Metodología SLP	7

2.1.2. Diagrama de relación de actividades	7
2.1.3. Método de los factores ponderados	8
2.2. Mejorar la planificación del yard	9
2.2.1. Modelo matemático	9
2.3. Diseñar el flujo (sistémico y operativo) para faenas de aforo de contenedores	9
2.3.1. VSM	9
2.3.2. Método de los factores ponderados	10
2.3.3. Diagrama de flujos	10
Capítulo 3. Resultados	10
3.1 Definir un mejor layout para el patio de contenedores	10
3.1.1. Etapa de Análisis: Recolección de datos	10
3.1.2. Generación de alternativas.	14
3.1.3. Evaluación y selección.....	15
3.2. Mejorar la planificación del Yard.	16
3.2.1. Análisis	17
3.2.2. Modelo matemático.....	19
3.2.3. Solución	22
3.3. Diseñar el flujo (sistémico y operativo) para faenas de aforo de contenedores	23

3.3.1. Algunos servicios de aforo en SVTI.....	24
3.3.2. Análisis.	25
3.3.3. Elementos del ciclo de un contenedor que debe ser aforado.	25
3.3.4. Análisis VSM.....	25
3.3.5. Problemas en el ciclo de aforo con propuesta de solución.....	27
3.3.6. Soluciones.	27
Capítulo 4. Conclusiones	31
4.1. Definir un mejor layout para el patio de contenedores	31
4.2. Mejorar la planificación del Yard	32
4.3. Diseñar el flujo (sistémico y operativo) para faenas de aforo de contenedores	32
Reflexiones.....	34
Referencias	35

Índice de Tablas

Tabla 1 y Tabla 3 Capacidad Yard y Deposito	11
Tabla 3 Relación de proximidad (Elaboración propia).....	13
Tabla 4 Factores ponderado de áreas A	15
Tabla 5 Teus de contenedores a distribuir	19
Tabla 6 Tiempos de procesos VSM	25
Tabla 7 Tiempo entre procesos VSM	26
Tabla 8 Tiempo total de Ciclo VSM	26

Índice de Figuras

Figura 1 Relacion de actividades	26
----------------------------------------	----

Capítulo 1. Introducción

Durante el periodo de práctica realizada en SVTI (San Vicente Terminal Internacional) fueron abordados tres grandes problemas involucrados directamente en las actividades operativas del puerto.

1.1. Problemas

1.1.1. Definir un mejor layout para el patio de contenedores.

Debido a que el puerto San Vicente se encuentra en su etapa final de reconstrucción, se habilitaron nuevas áreas de acopio de contenedores. Junto a esto se suma la llegada de dos nuevas grúas de descarga de contenedores a muelle (STS), las cuales poseen una excelente rendimiento en el desarrollo de sus actividades. Es por esto que fue necesario definir un nuevo layout abordado con la metodología SLP (Systematic Layout Planning), en conjunto con modelos matemáticos y la herramienta de diseño AutoCad, permitiendo aprovechar de mejor forma los recursos existentes, por ejemplo, flujos dentro del puerto, lugares de acopio, seguridad de trabajadores, Interacción con el cliente, etc.

1.1.2. Mejorar la planificación del Yard.

En la actualidad, al momento de decidir en qué lugar deberían ubicarse ciertos contenedores, los trabajadores del centro de operaciones (“yard”) lo deciden en base a cuatro variables de asignación: peso del contenedor, tipo de contenedor, navío al que está destinado el contenedor y su puerto de destino, generando en ocasiones diversas ineficiencias como desorden, exceso de movimientos, contenedores sin acceso, colas, etc.

Para dicha problemática se realizó un modelo matemático con el fin de distribuir y designar lugares fijos de acopio para los distintos tipos de contenedores que operan dentro del puerto, teniendo en cuenta las variables que se ven involucradas dentro de las operaciones y así disminuir las ineficiencias al momento de tomar decisiones sobre donde sería mejor posicionarlos.

1.1.3. Diseñar el flujo (sistémico y operativo) para faenas de aforo de contenedores.

Diariamente existen contenedores que necesitan ser aforados¹ y no existe una coordinación eficiente entre los operadores del Yard y el personal de aforo, generando contenedores mal ubicados, exceso de movimientos, falta de espacio, tiempos de espera, etc.

Dicha problemática fue abordada con la herramienta de VSM o Mapa del Flujo de Valor para analizar el ciclo y la información que se requiere para cumplir con el servicio de aforo dentro del puerto.

Se identificaron ineficiencias o desperdicios y se plantearon diversas soluciones apoyadas de herramientas ingenieriles, con el objetivo de coordinar las actividades del centro de operaciones (“yard”) con el sector de aforo de contenedores.

¹ El aforo aduanero es el acto mediante el cual se realiza el reconocimiento de la mercancía de manera documental o física, para de esta manera poder determinar su peso, cantidad origen, valor y clasificación arancelaria.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

El objetivo general consiste en mejorar las operaciones del terminal portuario para prestar un mejor servicio a los clientes.

1.2.2. Objetivos específicos

A continuación se detallan objetivos específicos para cada problemática con el fin de indicar las distintas actividades que permitieron alcanzar las metas propuestas.

Para la primera problemática “**Definir un mejor layout para el patio de contenedores**” los objetivos específicos son:

- Aumentar la capacidad total de contenedores en el terminal
- Mejorar la operatividad y flujo de las operaciones.

Para la segunda problemática “**mejorar la planificación del yard**” los objetivos específicos corresponde a:

- Determinar las zonas en donde estarán ubicados los distintos tipos de contenedores.
- Aumentar la productividad de las operaciones de carga y descarga.

Para la última problemática “**diseñar el flujo (sistémico y operativo) para faenas de aforo de contenedores**” el objetivo específico corresponde a:

- Identificar y coordinar las actividades que interactúan en el proceso de aforo.

1.3. Descripción de la empresa

1.3.1. Antecedentes generales

San Vicente Terminal Internacional (SVTI) es una empresa dedicada a prestar servicios de atención de naves para la exportación e importación de carga en contenedores, fraccionada, granel, entre otros.

La empresa inició sus operaciones el 1° de enero del año 2000 luego de adjudicarse la concesión del frente de atraque del Puerto de San Vicente, integrando así todas las etapas logísticas necesarias para los armadores, exportadores e importadores, culminando con éxito el proceso de modernización del Sistema Portuario Chileno, ubicado en Avenida Latorre 1590, Talcahuano, Chile, siendo su nombre de fantasía SVTI S.A.

Líneas navieras contenedores

Las importantes inversiones realizadas en equipamiento especializado para la transferencia de contenedores y el continuo desarrollo de sistemas de información y tecnologías que apoyan las operaciones, han hecho de SVTI un terminal de alta productividad que da garantía de calidad en los servicios entregados a líneas navieras.

- Alta productividad
- Conexiones para contenedores refrigerados
- Depósito al interior del Terminal
- Maestranza de contenedores vacíos

Líneas navieras carga general

SVTI pone a disposición de sus clientes la garantía que entrega la especialización de su personal para el manejo de todo tipo de cargas, desde gráneles a cargas de proyecto sobredimensionadas.

- Equipos para el manejo de gráneles de embarque y descarga.
- Grúas con capacidad de levante de 100 Ton y 160 Ton.
- Áreas de respaldo para el acopio de cargas.

Exportadores / Importadores

SVTI, es el mayor y más eficiente centro para la consolidación de contenedores y cargas en la región; con extensas áreas cubiertas y operaciones colindantes con los depósitos de contenedores vacíos al interior del terminal y la cercanía a las naves permiten optimizar su gestión lo que junto a modernos sistemas de administración de inventario e información vía Web hacen posible entregar servicios para todo tipo de carga de manera ágil y con una excelente relación precio - calidad.

- Altos rendimientos consolidación.
- Bodegas colindantes con el costado de nave.
- Acceso ferrocarril al interior del terminal.
- Transporte y distribución carga importación.

1.3.2. Misión

“Somos el principal terminal portuario de la zona sur de Chile, que busca la creación de valor a nuestros clientes y accionistas, generando soluciones de excelencia operacional, integrales e innovadoras, a través de servicios de alta calidad, seguridad y en el mejor ambiente laboral, permitiendo el desarrollo de nuestros colaboradores”.

1.3.3. Visión

“Ser reconocido como un terminal portuario altamente competitivo y referente en el Pacífico Sur, otorgando servicios de calidad de nivel mundial, sustentado sobre la innovación y versatilidad”.

1.3.4. Unidad en la cual se enmarca la práctica tutelada

La práctica realizada se enmarca en el Área de Operaciones, específicamente en servicios logísticos, aportando en la mejora de la operatividad del puerto San Vicente.

Capítulo 2. Herramientas y Métodos

En el marco de la práctica tutelada realizada en SVTI, se utilizaron diversas herramientas las cuales fueron fundamentales a la hora de enfrentar los desafíos propuestos por la organización. Dichas herramientas fueron implementadas y distribuidas según corresponda en las distintas problemáticas desarrolladas, con el fin de aplicar las metodologías seleccionadas de la mejor manera posible.

Las principales herramientas fueron: Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Visio, AutoCAD y Lingo.

A continuación, se presenta una descripción detallada de las metodologías utilizadas para cada una de las problemáticas planteadas anteriormente, con las cuales se busca lograr los objetivos específicos señalados en el capítulo anterior y así aportar al objetivo general.

2.1. Definir un mejor layout para el patio de contenedores

Para la primera problemática los métodos utilizados fueron:

2.1.1. Metodología SLP

Por sus siglas en inglés, Systematic Layout Planning o Planeación Sistemática de la Distribución de Planta, corresponde a un método desarrollado por Richard Muther en los años 60. Es una forma organizada para realizar la planeación de una distribución con una serie de procedimientos que permiten identificar, evaluar y visualizar los elementos cualitativos y cuantitativos involucrados en la planeación (Ver anexo A).

2.1.2. Diagrama de relación de actividades

El diagrama de la relación de actividades, también conocido como diagrama de análisis de afinidades, desarrollado por James A. Tompkins (1996-02-14), muestra las relaciones entre cada departamento, área o sector de servicios. Responde a la pregunta ¿Qué tan importante es para el departamento, área o sector de servicios, estar cerca de otro departamento, área o sector de servicios?

Se usan códigos de cercanía para reflejar la importancia de cada relación.

2.1.3. Método de los factores ponderados

El método presentado, desarrollado por Tompkins, James A. (Planeación de instalaciones), realiza un análisis cuantitativo en el que se compararán entre sí las diferentes alternativas para conseguir determinar una o varias localizaciones válidas.

Los pasos a seguir son:

- a) Desarrollar una lista de factores relevantes (factores que afectan la selección de la localización).
- b) Asignar un peso a cada factor para reflejar su importancia relativa en los objetivos de la empresa.
- c) Desarrollar una escala para cada factor (por ejemplo, 1 – 10 ó 1- 100).
- d) Hacer que la administración califique cada localidad para cada factor, utilizando la escala asignada.
- e) Multiplicar cada calificación por los pesos de cada factor, y totalizar la calificación para cada una de las propuestas.
- f) Hacer una recomendación basada en la localización que haya obtenido la mayor puntuación.

2.2. Mejorar la planificación del yard

Para la segunda problemática el método utilizado fue:

2.2.1. Modelo matemático

El modelo matemático utilizado corresponde a una forma de representar la problemática planteada y responder la pregunta ¿Cuál es el mejor lugar y cuantos contenedores de cada tipo deben ser asignados a los distintos bloques del puerto?, buscando una distribución que favorezca las operaciones de los servicios prestados.

2.3. Diseñar el flujo (sistémico y operativo) para faenas de aforo de contenedores

Para la última problemática los métodos utilizados fueron:

2.3.1. VSM

El Mapa de la Cadena de Valor utilizado es una herramienta de uso común en la filosofía lean, tiene sus inicios en la empresa Toyota donde la herramienta fue desarrollada en la División de Consultoría en Administración de Operaciones, corresponde a una representación gráfica de elementos de producción e información que permiten conocer y documentar el estado actual de los procesos. Es la base para el análisis del valor que se aporta al servicio, ya que permite visualizar dónde se encuentra el valor y dónde el desperdicio.

2.3.2. Método de los factores ponderados

El método de los factores ponderados (aplicado anteriormente en el punto 2.1.3.) realiza una comparación cuantitativa de los factores involucrados entre las distintas alternativas de distribución presentadas.

2.3.3. Diagrama de flujos

El diagrama de flujo utilizado corresponde a una representación gráfica del paso a paso necesario para utilizar la extensión “Aforo” en ARPA SVTI, con la cual se busca mejorar la comunicación y coordinación entre las áreas de Yard y Depósito. En dicho diagrama interactúa una serie determinada de figuras geométricas que representan cada paso puntual del proceso que está siendo representado. Estas formas definidas de antemano se conectan entre sí a través de flechas y líneas que marcan la dirección del flujo y establecen el recorrido del proceso.

Capítulo 3. Resultados

3.1 Definir un mejor layout para el patio de contenedores

3.1.1. Etapa de Análisis: Recolección de datos

Como se mencionó anteriormente, son varios los datos de interés en este paso, pero principalmente se requiere identificar los tipos de contenedores que se movilizan dentro del terminal con sus respectivas cantidades, las áreas involucradas, equipos disponibles y los servicios existentes. Además de analizar y cuantificar la distribución actual en la que se encuentra el puerto (*Ver Anexo B*).

3.1.1.1. Capacidades de los sectores de acopio.

Tabla 1 Capacidad Yard (Elaboración propia)

CAPACIDAD YARD	
AREA	TEUS
D5	470
D6	440
E1	1500
E2	865
E3	1280
E4	605
E5	480
R3	128
R4	128
R5	128
R6	128
R7	128
R8	128
TOTAL	6408

Tabla 2 Capacidad Depósito (Elaboración propia)

CAPACIDAD DEPOSITO	
AREA	TEUS
A3	520
A4	875
A5	1220
A6	1540
A7	1125
A8	1500
A9	180
D1	245
D2	800
D3	800
D4	375
7M	280
TOTAL	9460

De las tablas presentadas se puede observar que la capacidad total del puerto corresponde a 15.868 TEUS entre las áreas del Yard y Depósito.

3.1.1.2. Tipos de contenedores

Hay diferentes tipos de contenedores marítimos, todos con unas dimensiones estándar y cada uno diseñado para adecuarse a una necesidad específica (*Ver anexo C*).

3.1.1.4. Análisis de relaciones entre actividades

Conocido los procesos existentes dentro del puerto, debe plantearse el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre los diferentes servicios prestados por el terminal portuario. Estas relaciones no se limitan a la circulación de materiales, pudiendo ser ésta irrelevante o incluso inexistente entre determinadas actividades. La no existencia de flujo de materiales entre dos actividades no implica que no puedan existir otro tipo de relaciones que determinen, por ejemplo, la necesidad de proximidad entre ellas; o que las características de determinado proceso requieran una determinada posición en relación a determinado servicio auxiliar.

Para poder representar las relaciones existentes de una manera lógica y que permita clasificar la intensidad de dichas relaciones, se emplea la tabla relacional de actividades, consistente en un diagrama en el que quedan plasmadas las necesidades de proximidad entre cada actividad y las restantes según los factores de proximidad definidos a tal efecto. Es habitual expresar estas necesidades mediante un código de letras, siguiendo una escala que decrece con el orden de las cinco vocales: A (absolutamente necesaria), E (especialmente importante), I (importante), O (importancia ordinaria), U (no importante) y X (indeseable).

Código	Relación de proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Importancia ordinaria
U	No importante
X	Indeseable

Tabla 3 Relación de proximidad (Elaboración propia)

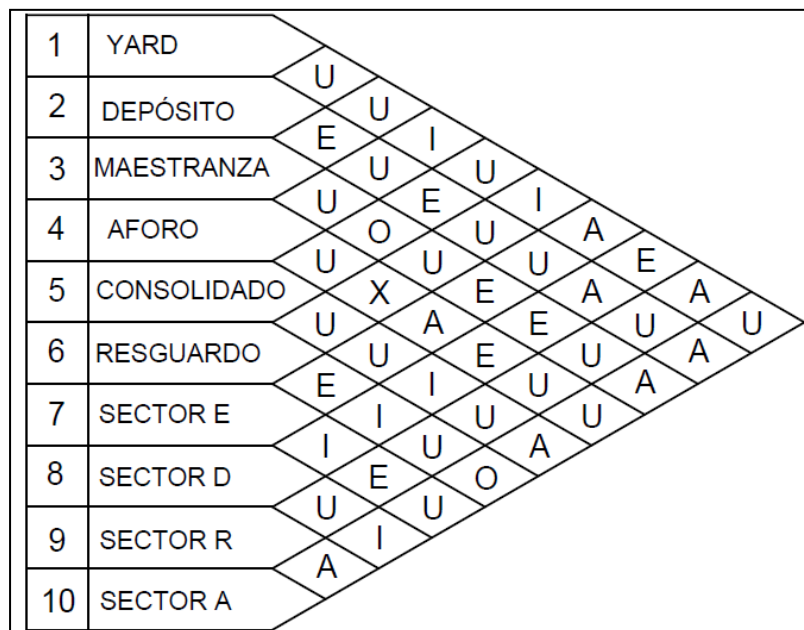


Figura 1 Relación de actividades (Elaboración propia)

Los valores de la relación de proximidad presentados en la figura de relación de actividades fueron evaluados por personal experimentado de la empresa.

Consideraciones y limitaciones a tener en la generación de un nuevo layout

Al momento de generar una propuesta de layout para el puerto San Vicente existen ciertas consideraciones que se deben tomar:

- Todas las calles dentro del terminal deben de tener a lo menos 15 metros de ancho para que los equipos puedan maniobrar sin problemas.
- Los contenedores en los bloques pueden ser acopiados hasta el 5 de alto, con excepción de los contenedores reefer que pueden ser acopiados hasta el 4.
- Todos los bloques en sus intersecciones deben contar con barreras tipo New Jersey para resguardar la seguridad dentro del terminal.
- La demarcación para los contenedores en piso debe ser de 12,4 m de largo por 2,49 m de ancho, considerando una separación de 0,7 m entre contenedores.
- En todos los bloques de acopio se debe poder acceder con un equipo móvil tipo Stacker para la manipulación de los contenedores.

3.1.2. Generación de alternativas.

Debido a las características del puerto y teniendo en cuenta que solo los sectores de acopio pueden ser sometidos a cambios, el puerto será dividido en tres grandes partes (*Ver anexo D*), el sector de área A, sector de área E y sector de área D. Para dichas áreas se presentaran diversas alternativas en cuanto a su distribución y orientación, siendo evaluadas de forma independiente, generando así tres soluciones favorables que luego serán unidas en una única gran solución.

La escala utilizada para cuantificar las distintas alternativas será de 1 – 10.

Cada alternativa fue validada, analizada y evaluada (*Ver anexo E*) por el personal experimentado del puerto San Vicente (Supervisor de la empresa).

3.1.3. Evaluación y selección

Corresponde a la evaluación y selección de las alternativas de 3.1.2

3.1.3.1. Método de los factores ponderado

- Sector de áreas A (*ver anexo F*).

Factores	Peso relativo (%)	Alternativas		
		1	2	3
Flujo operativo	20	9	7	5
Accesos para equipos	15	9	7	4
Facilidad de operar	10	7	7	6
Capacidad (TEUS)	20	4	6	9
Congestión	20	10	9	4
Seguridad Operativa	15	7	8	5
Puntuación total		7,7	7,35	5,7

Tabla 4 Factores ponderado de áreas A

La puntuación total para cada alternativa se calcula como la suma de las puntuaciones para cada factor ponderadas según su importancia relativa. A modo de ejemplo, se presenta el cálculo para la alternativa 1 del sector A:

$$P1A = 9 \times 0,20 + 9 \times 0,15 + 7 \times 0,10 + 4 \times 0,20 + 10 \times 0,20 + 7 \times 0,15 = 7,70$$

Para el sector de áreas A la mejor alternativa corresponde a la 1, con mayor puntuación total de 7,7.

Se repite el mismo procedimiento para las áreas E y D (*Ver anexo G*).

3.1.3.2. Propuesta de Layout.

Debido a que el puerto fue dividido en tres grandes partes, a continuación, se presentan las distintas soluciones que resultaron favorables según los diversos factores presentados, unidas en una única gran solución (*Ver anexo H*).

Se destaca que la solución de layout propuesta fue aceptada y he implementada en SVTI, mejorando la operación de los servicios involucrados en la importación y exportación de contenedores (*Ver anexo I*).

3.2. Mejorar la planificación del Yard.

Como se mencionó anteriormente, la principal función del Yard es ser un puente entre las operaciones que el buque y los camiones externos requieren, teniendo como objetivos abastecer de forma eficiente el gancho de las grúas y disminuir el tiempo que los camiones permanecen dentro del terminal.

Para llevar a cabo estas actividades se requiere que el operador Yard Planner en conjunto con el administrador del módulo Yard (AMY) trabajen en conjunto y de forma coordinada (ambos operadores del sector Yard).

El operador Yard Planner es responsable de realizar proyecciones sobre los contenedores inscritos en el sistema de gestión "Container Express". Además, realiza actividades de segregación de contenedores dentro del patio y asignación de los mismos para optimizar las áreas de acopio.

El administrador del módulo Yard es responsable de asignar equipos por turno y mantener una lista de tareas equilibrada para todos los operadores de stackers y tractos, además de reasignar los equipos a áreas con mayor afluencia de recepciones.

3.2.1. Análisis

Teniendo en cuenta el problema detectado, el cual corresponde a la dificultad de ordenar los contenedores acopiados en el patio sin mezclar las distintas segregaciones que estos presentan (peso, tipo, buque y destino), se presentará un modelo matemático, aplicado a la nueva propuesta de layout generada anteriormente, capaz de distribuir el terminal portuario en áreas fijas de acopio para los contenedores dentro del puerto, con el objetivo de disminuir las ineficiencias generadas en las operaciones por no disponer de un contenedor cuando se necesita.

Variables que se consideraron

Las variables consideradas en la construcción del modelo fueron:

- Áreas existentes: Se tomaron en cuenta todas las áreas propuestas en el nuevo layout con sus respectivas capacidades en TEUS.
- Servicios Navieros²: Los servicios navieros que trabajan actualmente en SVTI son los servicios AC3, AMERICAS, NAN Y AFS.

² 2 Empresas dedicadas al transporte marítimo de mercancías, dicha actividad de comercio exterior consiste en llevar mercancías de un punto a otro por mar según las condiciones contratadas.

- Distancias: Se consideraron todas las distancias desde los distintos sitios de atraque de cada servicio hasta las distintas áreas de acopio.
- Tipos de contenedores: Se consideró que cada servicio divide su carga en contenedores de exportación, importación y vacíos.
- Relación de proximidad: Se generó una matriz de proximidad para establecer ciertas preferencias para los distintos tipos de contenedores por servicio (exportación, importación y vacíos), en donde el valor 1 es absolutamente necesario, 3 Especialmente importante, 7 importante, 10 importancia ordinaria, 20 no importante y 9999 indeseable.

Para la construcción del modelo matemático se consideró una capacidad total del puerto de 16.880 TEUS, de los cuales 7.205 pertenecen al Yard y 9.675 al Depósito.

Cada uno de los servicios necesita una capacidad de espacio diferente dependiendo de los volúmenes que estos acostumbran movilizar, según información histórica de los contenedores movilizados el servicio AMERICAS necesita 35,5% del puerto, AC3 43,7%, NAN 6,8% y AFS 14%.

Se debe considerar que el 90% de la carga general que se moviliza en el terminal pertenece a exportación, mientras que solo un 10% a importación.

Contenedores a distribuir	
Servicio de acopio	TEUS
AME EXPO	2301
AME IMPO	255
AME VACIO	3434
AC3 EXPO	2833
AC3 IMPO	314
AC3 VACIO	4227
NAN EXPO	440
NAN IMPO	48
NAN VACIO	657
AFS EXPO	907
AFS IMPO	100
AFS VACIO	1354

Tabla 5 TEUS de contenedores a distribuir (Elaboración propia)

En la tabla anterior se observan los TEUS a distribuir en las distintas áreas de acopio del nuevo layout para cumplir con las necesidades de los servicios navieros.

3.2.2. Modelo matemático

El modelo matemático propuesto corresponde a un modelo no lineal que busca balancear la carga entre bloques, generando distintos puntos de acopio para que al momento del embarque, las máquinas stacker trabajen en simultaneo y de forma equilibrada desde los distintos puntos de carga dentro del terminal, minimizando los tiempos de almacenaje y retiro de los contenedores, teniendo en cuenta la distancia, capacidad y preferencia que tenga cierta carga con los sectores de acopio, buscando la cercanía a los sitios de atraque entre los contenedores que serán embarcados (exportación) y lejanía de los que deben ser despachados a clientes (importación), descongestionando y permitiendo aumentar la productividad.

Modelo Matemático

Indices:

$i =$ Area de acopio i , $i = 1..22$.

$j =$ Tipo de contenedor a distribuir j , $j = 1..12$.

Parametros:

$CA_i =$ Capacidad en TEUS del area i .

$Q_j =$ Cantidad a distribuir de contenedores en TEUS del tipo j .

$L_j =$ Cantidad minima de lugares de acopio para cada contenedor del tipo j .

$RE_{ji} =$ Relacion de proximidad entre el tipo de contenedor j y las areas i .

$Dist_{ji} =$ Distancia entre los sitios de atraque de los tipos de contenedores j y las areas i .

Variables de decision:

$Z_{ji} =$ TEUS totales asignados a areas i de contenedores tipo j .

$X_{ji} = 1$, Se asigna contenedor tipo j al area i , 0 en otro caso.

Funcion objetivo

$$\text{Min} = \left(\sum_{j=1}^{12} \sum_{i=1}^{22} Z_{ji} * RE_{ji} \right) + \text{Max}_i(Z_{1,i}) + \text{Max}_i(Z_{2,i}) + \text{Max}_i(Z_{3,i}) + \dots + \text{Max}_i(Z_{12,i})$$

La función objetivo busca el balance de cada tipo de contenedor en los bloques. El término "Max(...)" implica que la cantidad máxima de contenedores

asignados a un área sea la menor posible, lo que quiere decir, que los contenedores intentan estar distribuidos uniformemente entre los bloques, teniendo en cuenta las preferencias de las cargas con los distintos sitios de atraque.

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^{12} Z_{ji} * X_{ji} \leq CA_i \quad \forall i \quad \dots (1)$$

La restricción (1) indica que la cantidad total de TEUS a asignar a los distintos bloques de contenedores no puede ser mayor a la capacidad máxima de estos.

$$\sum_{i=1}^{22} Z_{ji} * X_{ji} \geq Q_j \quad \forall j \quad \dots (2)$$

La restricción (2) asegura que toda la carga sea distribuida en los distintos sitios de acopio.

$$Dist_{ji} * X_{ji} \leq M \quad \forall j, i \quad \dots (3)$$

La restricción (3) indica que la carga asignada debe considerar las distancias entre las áreas de acopio y los sitios de atraque.

$$\sum_{i=1}^{22} X_{ji} \geq L_j \quad \forall j \quad \dots (4)$$

La restricción (4) asegura que las cargas sean asignadas en distintas áreas según corresponda.

$$X_{ji} = \text{binaria} \quad \forall j, i \quad \dots (5)$$

La restricción (5) indica una variable de comportamiento binario.

$$Z_{ji} \geq 0, \text{ entero} \quad \dots (6)$$

La restricción (6) indica una variable no negativa y entera.

3.2.3. Solución

Luego de ingresar y generar la solución del modelo en Lingo (*Ver anexo I*), se exporta la solución a Excel para hacer visual y más amigable la distribución de las áreas asignadas (*Ver anexo J*).

Una vez conocidas las áreas en donde se segregará la carga, con sus respectivos volúmenes (TEUS), para hacer de la solución aún algo más amigable, se utiliza la herramienta de diseño AutoCAD (*Ver anexo K*) para representar dicha solución.

A modo de resumen se presentan solo 4 imágenes correspondientes a la distribución de la carga de exportación de los servicios AMERICAS, AC3, NAN Y AFS.

3.3. Diseñar el flujo (sistémico y operativo) para faenas de aforo de contenedores

El Aforo de mercancía tiene como objetivo, revisar la mercancía mediante un representante de aduanas, a fin de verificar que lo declarado esté de acuerdo a lo existente físicamente. Se caracteriza por confirmar la información ofrecida en la declaración aduanera, donde el importador, consignatario o su representante pueden en algunos países solicitar su participación en la actividad del Aforo en la Aduana.

La función del aforador de mercancía requiere de un nivel de conocimientos sobre legislación aduanera, nomenclatura arancelaria, valoración, acuerdos comerciales, reglas de origen, convenios internacionales, entre otros. Asimismo, de los procesos, procedimientos establecidos y de la estructura organizacional de la aduana, de los ilícitos aduaneros, de las sanciones en caso de subvaluación, sobrevaluación, fiscalización a posteriori.

En los procedimientos aduaneros se debe contemplar el aforo o reconocimiento de la mercancía a ser aplicado en:

A- Aforo documental, es la verificación de la información ofrecida por el importador o consignatario, conforme los datos contemplados en la documentación de la transacción comercial internacional. La confirmación

en la captura de las informaciones en el aforo documental es esencial para la generación de las estadísticas del comercio internacional.

B- Aforo físico, es la comprobación o examen físico realizable a la mercancía por un oficial, funcionario o empleado, cuya responsabilidad es confirmar que la mercancía declarada coincide en el estado sea nuevo, usado, reparado o reemplazado en cantidad, descripción, unidad de medida, precio, origen o procedencia.

3.3.1. Algunos servicios de aforo en SVTI.

- Aforo o reconocimiento de carga fraccionada.
- Aforo o reconocimiento de carga en contenedores sin y con extracción de carga para inspección.
- Aforo o reconocimiento de cajas, paquetes o fardos, hasta o sobre 20 unidades en contenedores con extracción de carga para inspección.
- Aforo o reconocimiento de maquinarias y/o automóviles en contenedores con extracción de carga para inspección.
- Inspección SAG de carga en contenedores sin y con extracción de carga.
- Inspección SAG de cajas, paquetes o fardos, hasta y sobre 50 unidades en contenedores con extracción de carga.
- Inspección SAG de maquinarias y/o automóviles en contenedores con extracción de carga.
- Inspección SAG de carga general en zona de resguardo con y sin extracción de carga.

- Inspección SAG de cajas, paquetes o fardos, hasta y sobre 50 unidades en zona de resguardo con extracción de carga.
- Inspección SAG de maquinarias y/o automóviles en zona de resguardo con extracción de carga.

3.3.2. Análisis.

Al momento de analizar el flujo de los contenedores que deben ser aforados desde que un contenedor ingresa al puerto, ya sea vía marítima (importación) o terrestre (exportación), hasta que dichos contenedores sean retirados, se destacan distintos elementos que intervienen en el ciclo de estos, los cuales interactúan y son fundamentales para que el proceso de aforo se logre llevar a cabo en su totalidad, aportando valor tanto de forma sistémica como operativa.

3.3.3. Elementos del ciclo de un contenedor que debe ser aforado.

La interacción de las entidades que intervienen en algún momento durante el flujo de los contenedores que deben ser aforados, tomando como inicio el momento en el que un contenedor con aforo ingresa al puerto, hasta que dicho contenedor se retira del terminal. (Ver anexo L)

3.3.4. Análisis VSM (Ver anexo M).

Proceso	Tiempo de ciclo (min)
Traslado aforo	2
Posicionar contenedor	1,5
Tendido	2
Aforo contenedor	73,8
Traslado al patio	2

Tabla 6 Tiempos de procesos VSM

En la tabla 6 se observan los tiempos de ciclo promedio de los distintos procesos que generan valor al ciclo de un contenedor con aforo, en donde se destaca que el mayor tiempo corresponde al proceso de aforo en si (inspección de la carga). Dichos tiempos fueron obtenidos por medio de datos históricos de la empresa

Entre procesos	Tiempo espera (min)
I1	9,6
I2	1.631,6
I3	450
I4	300

Tabla 7 Tiempo entre procesos VSM

De la tabla 7 se observan los tiempos entre procesos, también conocidos como tiempos de espera o desperdicios existentes en el ciclo de un contenedor con aforo, los cuales son los que no aportan valor al flujo del servicio.

Tiempo total por contenedor (hrs)	41,375
Tiempo de ciclo de los procesos	3,27%
Tiempos de espera	96,73%

Tabla 8 Tiempo total de Ciclo VSM

En la tabla 8 se puede observar el tiempo total del ciclo de un contenedor que debe ser aforado, correspondiendo a 41,375 hrs, equivalente a 1,7 días aproximadamente. Al comparar dicho tiempo total con los tiempos de ciclo de los procesos que agregan valor, resulta ser que los tiempos de procesos son muy pequeños, equivalentes al 3,27% en promedio, esto quiere decir que todos los procesos de forma aislada funcionan perfectamente con tiempos muy reducidos en comparación a los tiempos de espera que representan el 96,73%, es por esto que surge la pregunta, si todos los procesos de forma independiente funcionan

bien ¿Por qué en su conjunto funcionan mal?, y resulta ser que el real problema está en que nadie se preocupa de cómo funciona la cadena en su conjunto ni de la interacción de los procesos dentro del ciclo de los contenedores que deben ser aforados.

3.3.5. Problemas en el ciclo de aforo con propuesta de solución.

A continuación, se analizan algunos problemas de los distintos tiempos de espera analizados, presentando sus propuestas de solución (*Ver anexo N*).

3.3.6. Soluciones.

3.3.6.1. Definir un estacionamiento exclusivo para tractos y stacker.

Consideraciones y limitaciones a tener en la generación de un nuevo layout.

Al momento de generar una propuesta de layout para un estacionamiento de tractos y stacker existen ciertas consideraciones que se deben tomar:

- El estacionamiento debe distribuir la mayor cantidad de tractos posibles, actualmente existen 44.
- El estacionamiento debe distribuir la mayor cantidad de stacker posibles, actualmente existen 14.
- Todos los equipos deben poder entrar y salir al estacionamiento de forma independiente.
- Los equipos deben poder maniobrar para entrar y salir, como mínimo 15 metros de calle.

- Los tractoristas deben poder acceder a una zona segura al momento de descender de los equipos.
- Considerar barreras New Jersey para zonas de seguridad.

3.3.6.1.1. Generación de alternativas

Debido a las características del puerto y según el personal experimentado, el único sector en el cual es posible establecer una zona de parqueo para los equipos es en el sector de explanada, esto por estar ubicado cerca del ingreso y salida del terminal portuario, favoreciendo los cambios de turnos y horarios de colación, en los cuales los trabajadores la mayor parte del tiempo se retiran de las instalaciones.

Se generarán 3 alternativas de distribuciones que cumplan con las consideraciones y limitaciones establecidas (*Ver anexo O*).

La escala utilizada para cuantificar las distintas alternativas será de 1 – 10.

3.3.6.1.2. Método de los factores ponderados

Sector de explanada.

Los factores seleccionados con sus respectivos pesos fueron validados con el personal experimentado del terminal.

Factores	Peso relativo (%)	Alternativas		
		1	2	3
Cantidad de equipos	20	6	8	10
Operatividad	20	5	9	7
Seguridad	20	6	9	7
Accesos a personal	10	8	9	7
Evaluación de tractorista	30	5	8	6
Puntuación total		5,7	8,5	7,3

La puntuación total para cada alternativa se calcula como la suma de las puntuaciones para cada factor ponderadas según su importancia relativa.

Se destaca que la distribución que genera el mayor valor lo posee la alternativa 2, con un valor de 8,5.

3.3.6.1.3. Propuesta final de parqueo de equipos

La solución propuesta para el parqueo de equipos fue aceptada y ha sido implementada en el sector de explanada. Se adjunta diseño en AutoCAD final (*Ver anexo P*) y foto con dron del parqueo de equipos actual (*Ver anexo Q*).

3.3.6.2. Generar una plataforma para inscribir y programar aforo de contenedores

En SVTI se trabaja con una plataforma llamada “ARPA³”, en la cual los operadores de los distintos sectores del puerto pueden controlar, dirigir y planificar las operaciones que son requeridas diariamente.

Lo que se busca es generar una extensión de “ARPA”, en conjunto con los operadores del área de Sistemas, para mejorar la interacción y coordinación de las áreas del Yard y Aforo.

3.3.6.2.1. Diagramas de flujos

Los diagramas de flujos generados facilitan la comprensión del proceso al ser mostrados de forma gráfica, buscan que todos los operarios comprendan de mejor manera la nueva forma de trabajar, en donde los operadores del sector de Aforo deben inscribir sus contenedores con la información pertinente, que ayudará a los operarios del Yard a posicionar los contenedores donde y cuando se requiera.

Generación de diagramas de flujo para programar y aforar contenedores (*Ver anexo R*)

Representación gráfica de la interfaz “Aforo” (*Ver anexo S*).

³ ARPA: Plataforma sistemática utilizada en SVTI para el control de la información de sus procesos.

Capítulo 4. Conclusiones

A continuación, se presentan conclusiones de cada uno de los problemas abordados, en los cuales fue posible aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación como estudiante en la Universidad, destacando la gran importancia, a la hora de enfrentarse al mundo laboral, de los valores personales y habilidades blandas reforzadas por dicha institución.

4.1. Definir un mejor layout para el patio de contenedores

Una buena distribución de planta ayuda a mejorar los servicios prestados, obteniendo mejores resultados por parte las áreas de la empresa, además de prevenir accidentes, mejorando la utilización de los espacios requeridos para llevar a cabo ciertas actividades por parte de los operarios.

El nuevo layout propuesto es fundamental para SVTI, debido a que se encuentra en su etapa final de reconstrucción, contando con nuevas áreas, las cuales debían ser definidas para mejorar el desarrollo de las operaciones.

Resulta importante destacar que, gracias a la confianza depositada por la empresa, la solución presentada fue aceptada e implementada en todo el puerto San Vicente, marcando un antes y un después en las operaciones.

En vista de que el puerto siempre se encuentra en un constante cambio, resulta de gran importancia redefinir constantemente la distribución de sus áreas, aplicando nuevas y mejores técnicas que aporten con el objetivo final de la empresa.

4.2. Mejorar la planificación del Yard

Al hablar de las principales funciones del Yard, como prioridad se tiene: abastecer con contenedores de la mejor manera posible a los buques y asegurar que los camiones externos que ingresan al terminal portuario se retiren lo más rápido posible. Ambas actividades son fundamentales en las operaciones, es por esto que gracias a la nueva asignación de espacios fijos para depositar los distintos tipos de contenedores, se reducirán las ineficiencias generadas por el desorden en el patio.

La presentación de dichas áreas tuvo una aceptación exitosa por parte de los trabajadores y su puesta en marcha se llevará a cabo una vez se complete la demarcación del nuevo layout.

4.3. Diseñar el flujo (sistémico y operativo) para faenas de aforo de contenedores

La facultad del servicio de aforo es verificar la naturaleza, origen, estado, cantidad, calidad, valor, peso, medida y clasificación arancelaria de las mercancías, para la correcta determinación de los derechos arancelarios y demás tributos aplicables, así como los recargos de corresponder, mediante el reconocimiento físico y/o la revisión documentaria.

Para que dicho proceso funcione y mejore día a día, resultó muy importante analizar el flujo que cumplen los contenedores, determinando los procesos que agregan valor a la cadena logística y los que no lo hacen.

Gracias al trabajo realizado se logró implementar un parqueo a los equipos que la mayor parte del tiempo generaban desorden a la hora de estacionarse y una interfaz que facilita la comunicación entre el sector de Aforo y Yard, con el objetivo de mejorar el flujo existente del servicio prestado.

Reflexiones

En términos del desarrollo de la práctica y la función desempeñada, es posible decir que fue un aporte al desarrollo de mi formación como profesional. Además, es importante agregar que es gratificante ser un aporte para una empresa logrando concretar las problemáticas propuestas. Esto es señal de que el esfuerzo y el sacrificio puesto en esta práctica trajeron sus frutos.

Estas instancias nos ayudan a insertarnos más en el mundo laboral, que finalmente es donde nos desempeñaremos, por lo que es importante sacar el máximo provecho. Existe una gran diferencia dentro de lo que es la Universidad y una empresa, donde las habilidades blandas tienen un rol fundamental y vale la pena desarrollaras de la mejor manera posible.

Comprender la esencia de un Ingeniero Civil Industrial como parte de un sistema que busca generar ideas que sean de utilidad, es importante debido a que a partir de estas ideas una empresa podría mejorar su eficiencia, no tan solo en lo productivo, sino también dentro de lo social. Comunicarse con el cuerpo de trabajo es muy importante, esto por la naturaleza de que todos las partes del sistema remen hacia un mismo lado, es decir, que se tenga un fin común. Esta es la manera de mejorar la calidad de vida y por ende el nivel de productividad de los que son parte de la empresa.

Referencias

Página Oficial SVTI “Descripción empresa”

<http://www.svti.cl/>

Servicio nacional de aduanas

<https://www.aduana.cl/aduana/site/edic/base/port/inicio.html>

Taha. H., (2004). *“Investigación de Operaciones 7ma Edición: Capítulo 6.3”* Retrieved from.

<https://www.librosvirtual.com/investigacion-de-operaciones/investigacion-de-operaciones-7ma-edicion-hamdy-a-taha>

Manual Lingo

<https://www.uv.es/ivorra/docencia/LINGOav.pdf>

Armada de Chile. (2014). “Glosario TerminosMaritimos” Retrieved From.

<https://www.armada.cl/armada/tradicion-e-historia/glosario-naval/b/2014-05-15/120605.html>

Procedimiento de Layout sistemático (SLP) de Muther (tompkins)

<https://www.iberlibro.com/Planeaci%C3%B3n-instalaciones-Tompkins-James-A-CENGAGE/17130298861/bd>

Value Stream Mapping

<http://mapadelflujodevalor.blogspot.com/2013/11/origenes-de-la-herramienta.html>

Anexos

A. Metodología SLP

En la figura 5, se puede observar el esquema general del método utilizado, el cual consta de tres grandes etapas: análisis, búsqueda y selección, en donde cada una de ellas se encuentra integrada por una serie de pasos específicos.

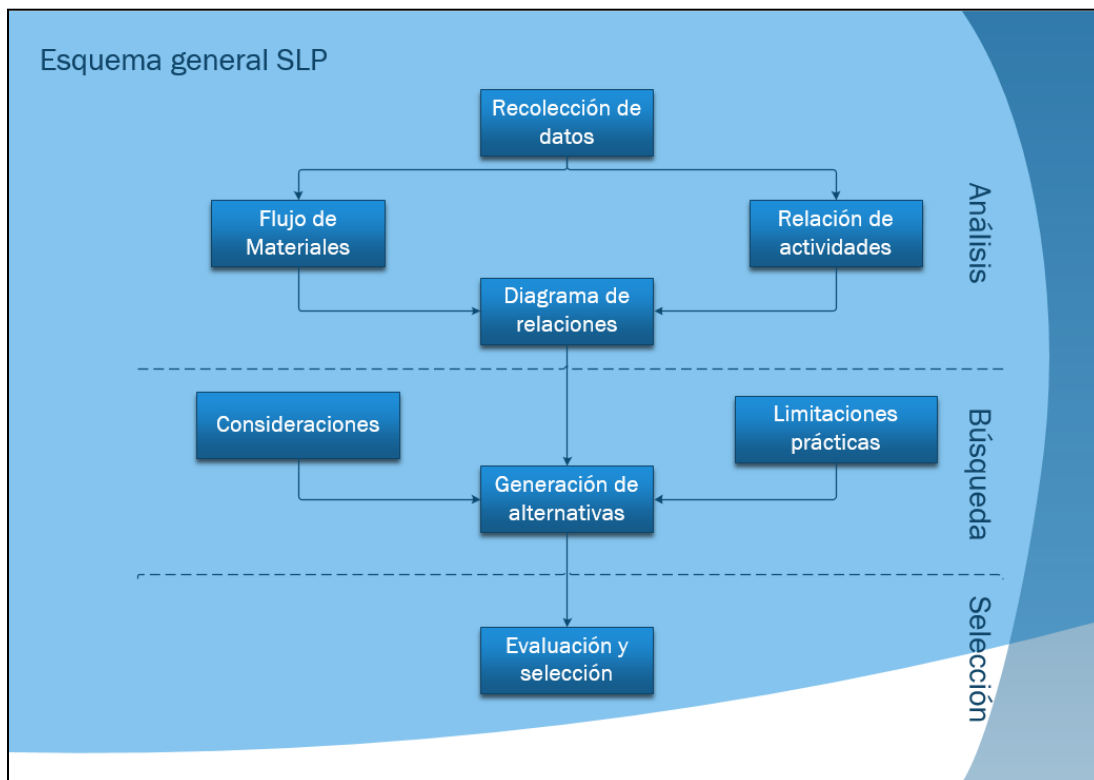


Figura 2 Esquema general SLP (Elaboración propia)

B. Distribución actual SVTI.

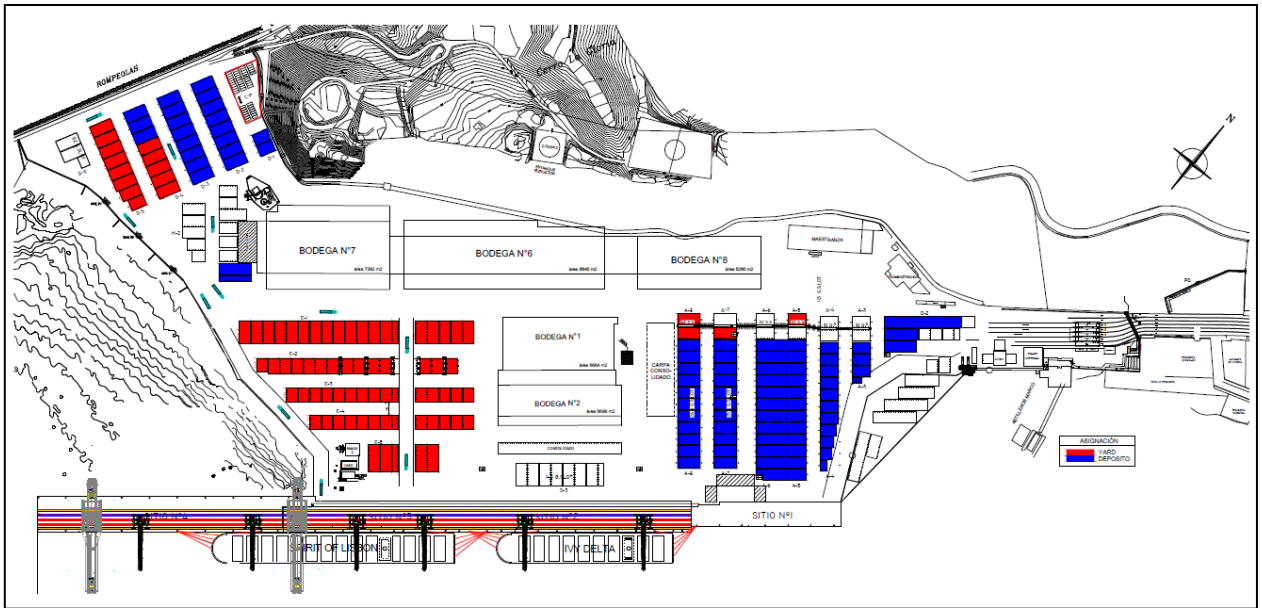


Figura 3 Puerto actual (Elaboración propia)

En la imagen anterior se puede observar la distribución actual de las áreas del terminal, las cuales son segregadas según pertenezcan al depósito (contenedores vacíos de color azul) o al yard (contenedores full de color rojo). Estas dos grandes segregaciones están compuestas por distintos sectores de acopio, los cuales poseen diferentes capacidades según sus dimensiones.

C. Tipos de contenedores que frecuentan SVTI



Contenedor frigorífico / Reefer

- El contenedor frigorífico es un tipo de contenedor destinado al transporte de mercancías con control de temperatura, ya sea en frío o en caliente.



Contenedor Open Top

- Los contenedores Open Top, con medias de 20 y 40 pies no tienen techo. Al no tener techo permiten cargar mercancías pesadas o voluminosas.



Contenedor High Cube

- Los contenedores High Cube tienen una altura de 9'6" (2,896 metros). Esta altura extra resulta ideal para cargas voluminosas y sobredimensionadas.



Contenedor Dry Van

- Los contenedores Dry Van son los contenedores más utilizados, son contenedores herméticos y sin ventilación. Hay dos modelos típicos según la longitud, 20 pies y 40 pies.

D. Sectores del terminal portuario.

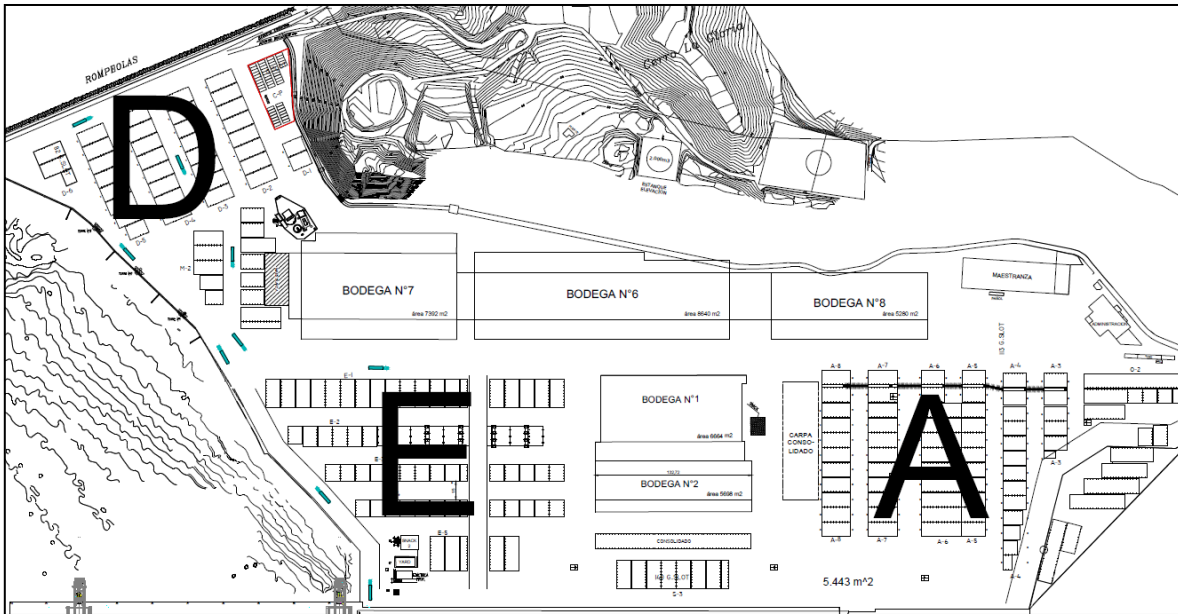


Figura 4 División del puerto para análisis (Elaboración propia)

E. Alternativas de layout

Sector A, alternativa 1.

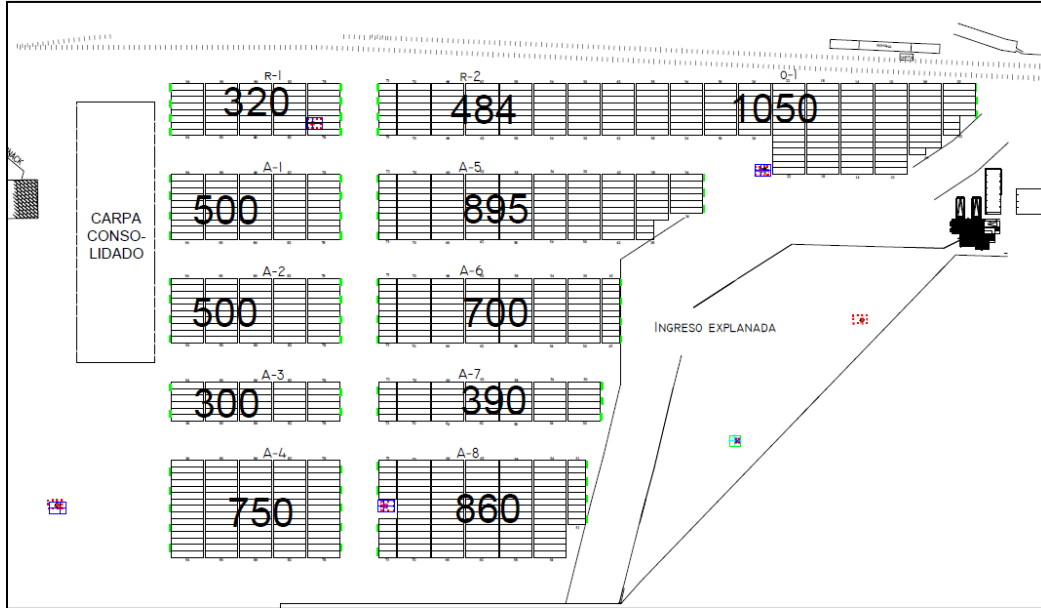


Figura 5 Sector A alternativa 1 (Elaboración propia)

Sector A, alternativa 2.

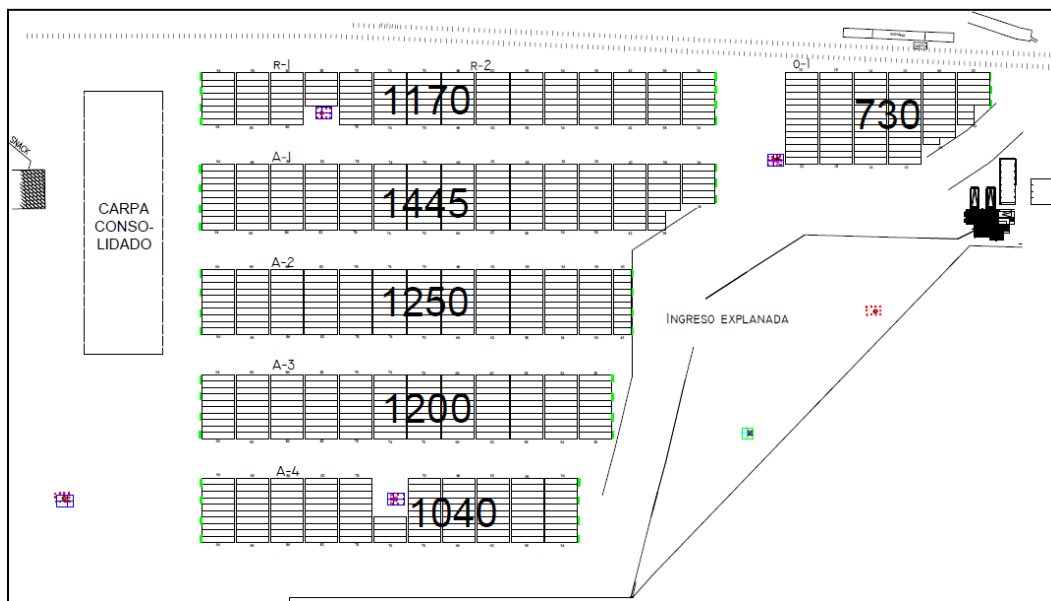


Figura 6 Sector A alternativa 2 (Elaboración propia)

Sector A, alternativa 3.

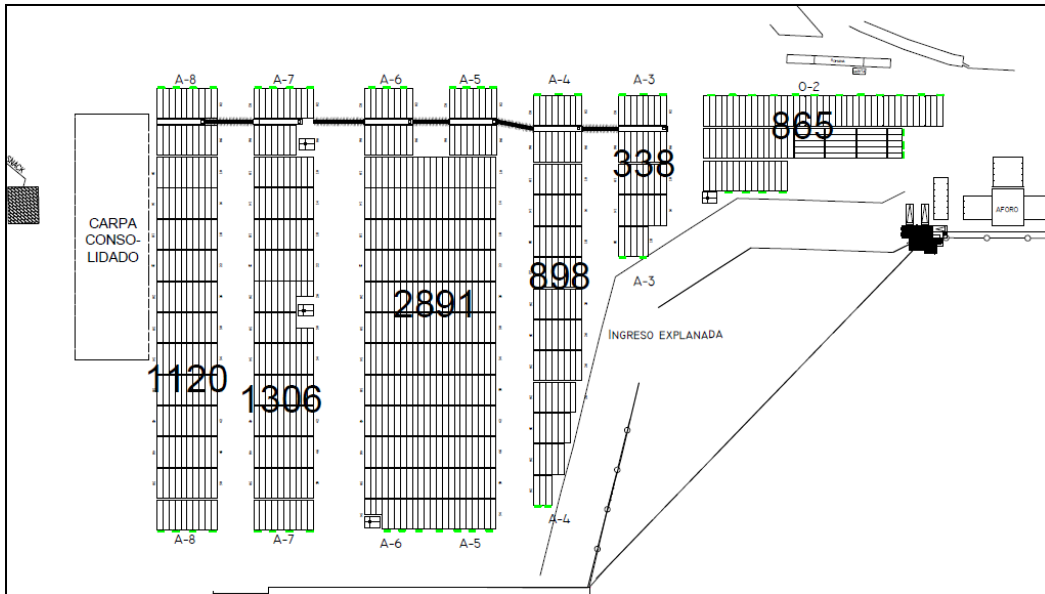


Figura 7 Sector A alternativa 3 (Elaboración propia)

Sector E, alternativa 1.

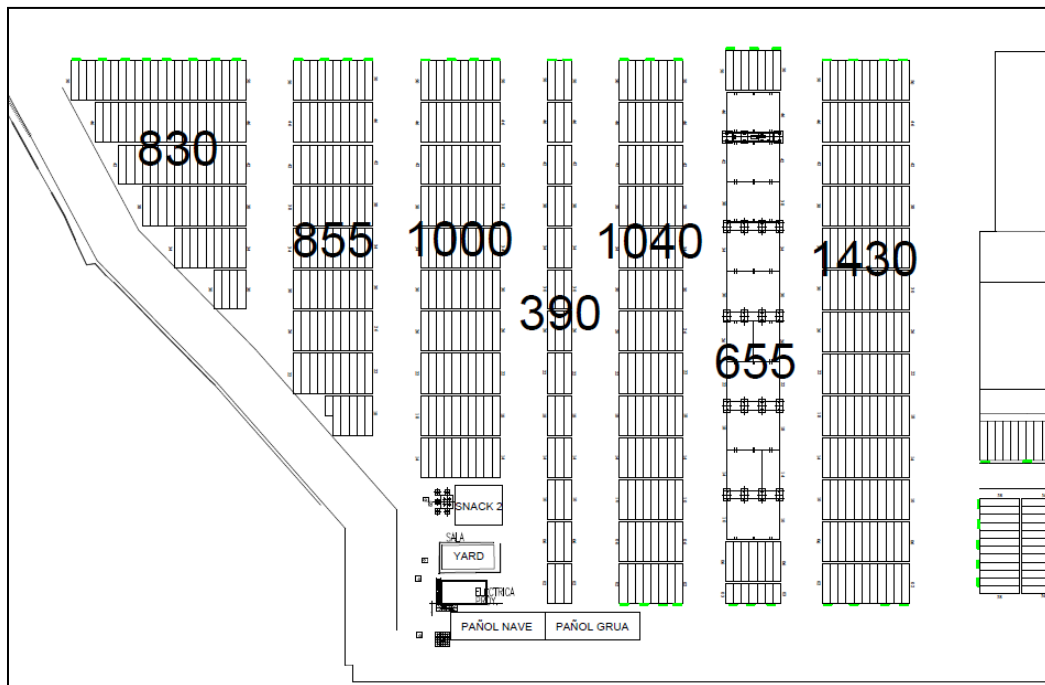


Figura 8 Sector E alternativa 1 (Elaboración propia)

Sector E, alternativa 2.

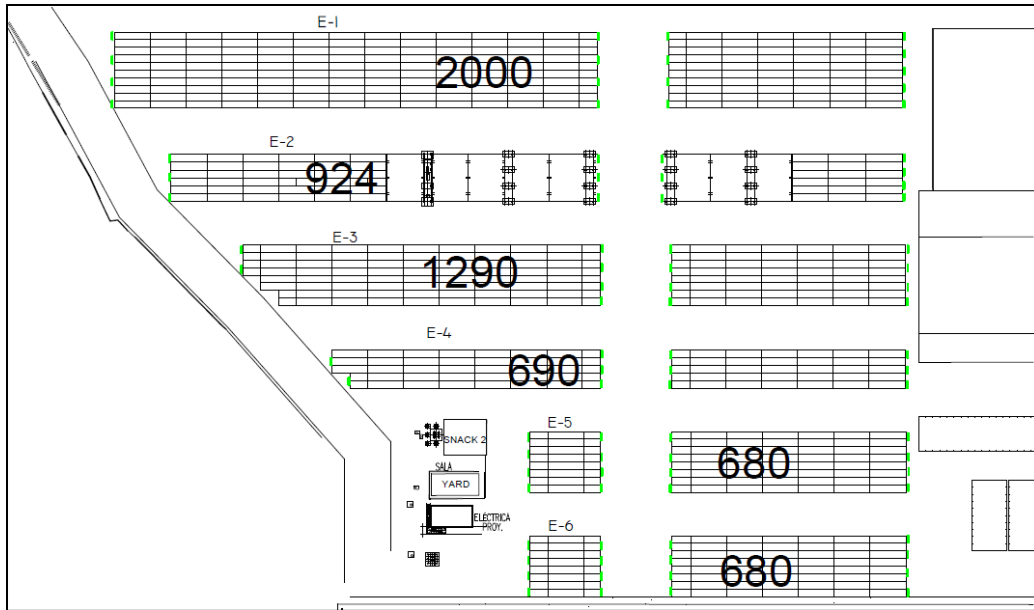


Figura 9 Sector E alternativa 2 (Elaboración propia)

Sector E, alternativa 3

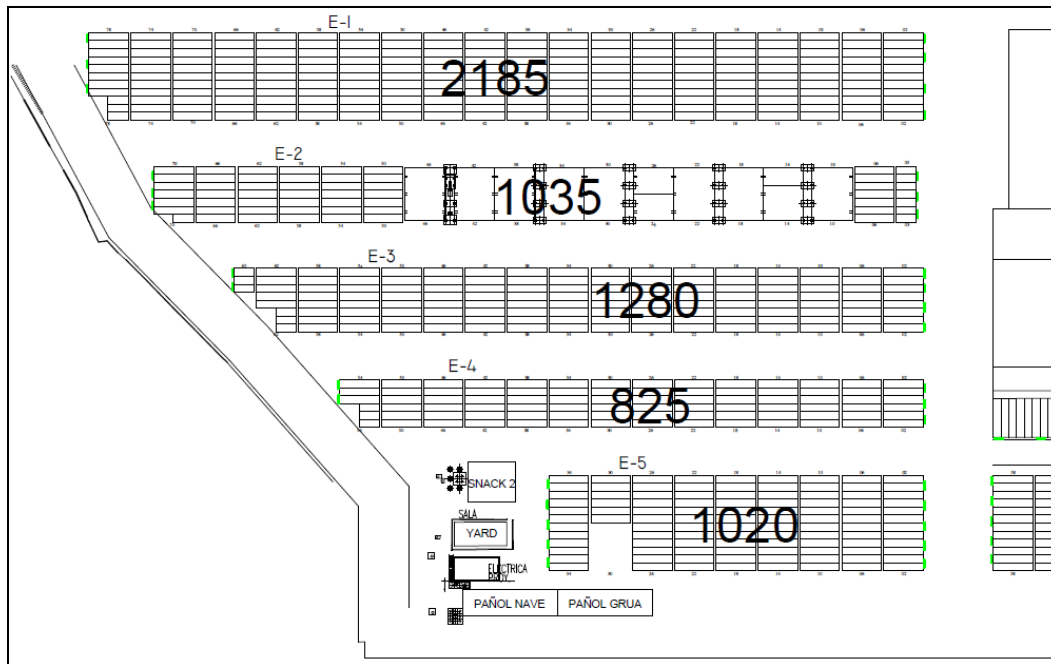


Figura 10 Sector E alternativa 3 (Elaboración propia)

Sector D, alternativa 1

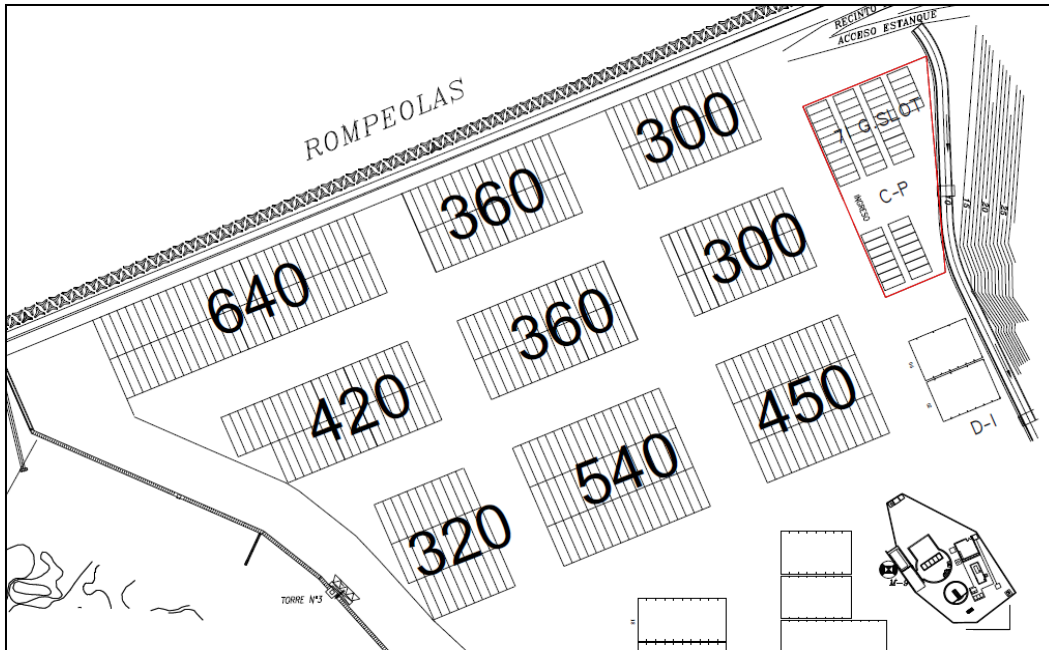


Figura 11 Sector D alternativa 1 (Elaboración propia)

Sector D, alternativa 2

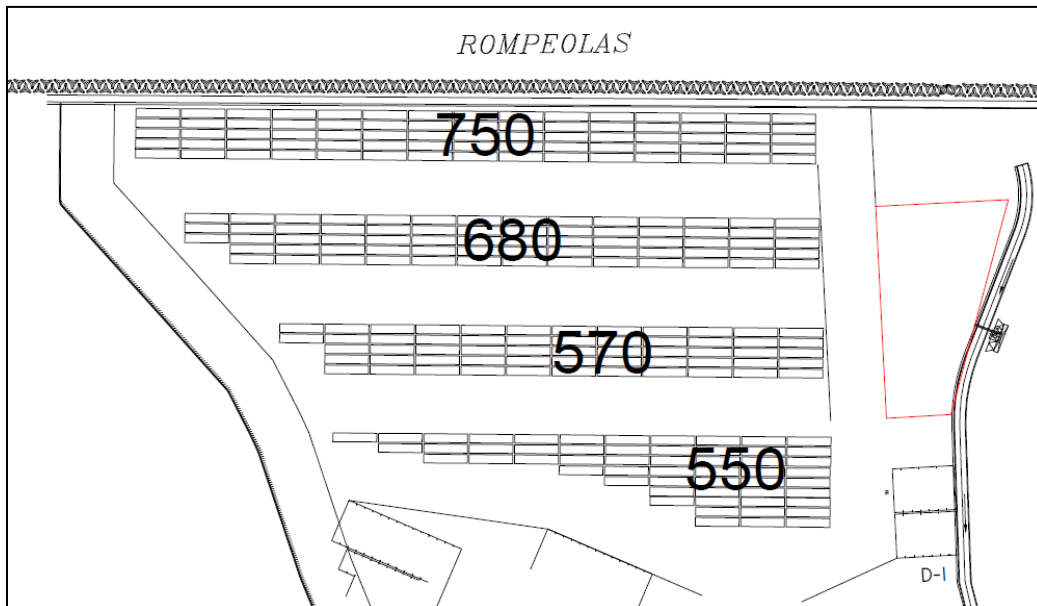


Figura 12 Sector D alternativa 2 (Elaboración propia)

Sector D, alternativa 3

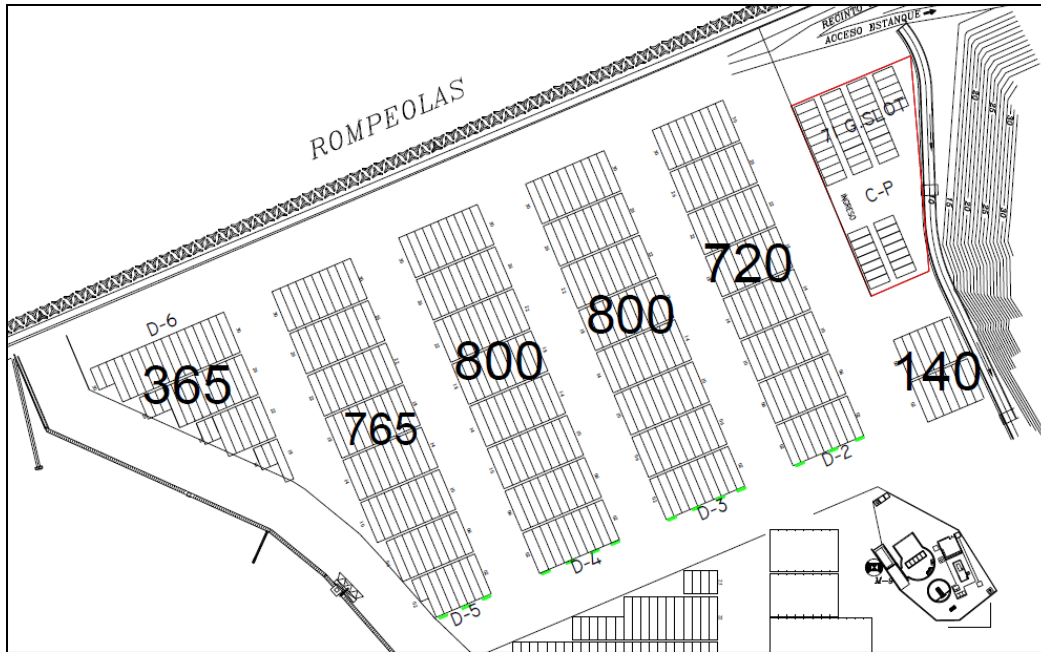


Figura 13 Sector D alternativa 3 (Elaboración propia)

F. Tabla de factores ponderados del sector E

Factores	Peso relativo (%)	Alternativas		
		1	2	3
Flujo operativo	20	7	6	8
Accesos para equipos	15	6	5	7
Facilidad de operar	10	6	7	8
Capacidad (TEUS)	20	7	8	9
Congestión	20	7	7	9
Seguridad Operativa	15	7	6	7
Puntuación total		6,75	6,55	8,10

Tabla 9 Factores ponderados de áreas E

Al comparar las distintas alternativas, la que resulta más conveniente es la número 3, con una puntuación total de 8,1.

Tabla de factores ponderados del sector D

Factores	Peso relativo (%)	Alternativas		
		1	2	3
Flujo operativo	20	4	6	8
Accesos para equipos	15	6	6	8
Facilidad de operar	10	7	8	8
Capacidad (TEUS)	20	9	7	5
Congestión	20	7	6	8
Seguridad Operativa	15	5	7	8
Puntuación total		6,35	6,55	7,40

Tabla 10 Factores ponderados de áreas D

Se repite el cálculo de la tabla “Factores ponderados de áreas A” para determinar los pesos totales.

Al comparar las distintas alternativas, la que resulta más conveniente es la número 3, con una puntuación total de 7,4.

G. Solución Layout.



Figura 14 Propuesta Layout SVTI (Elaboración propia)

H. Fotos actuales de la implementación del nuevo layout en SVTI.

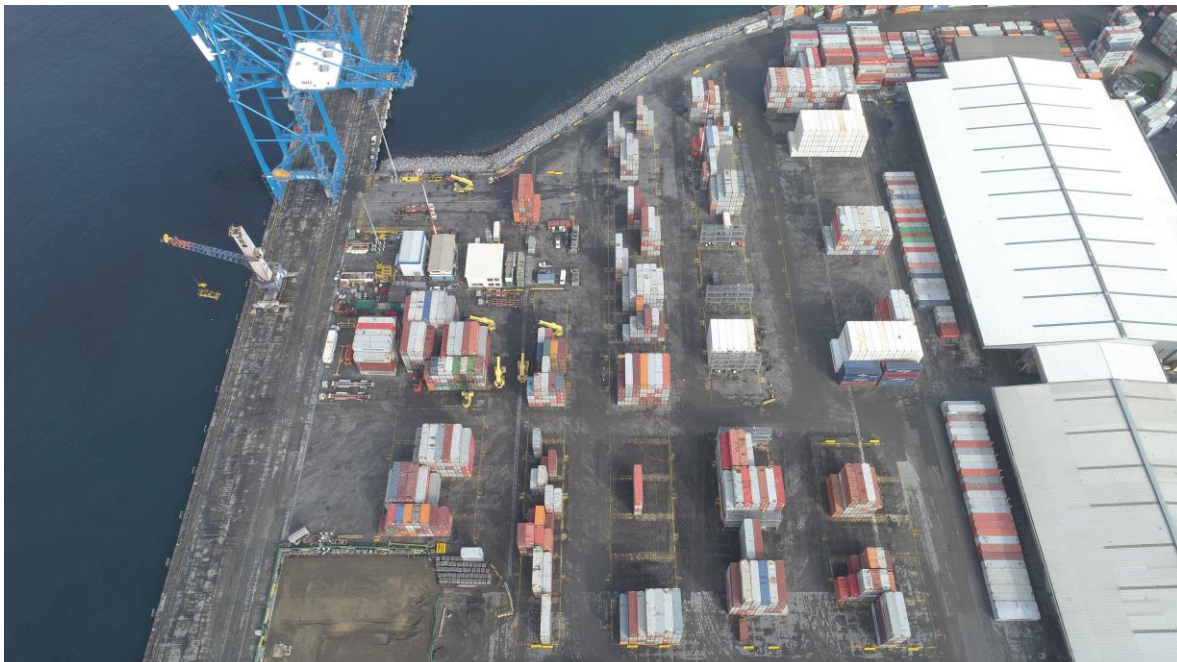


Figura 15 Imagen 1 Implementación de Layout SVTI

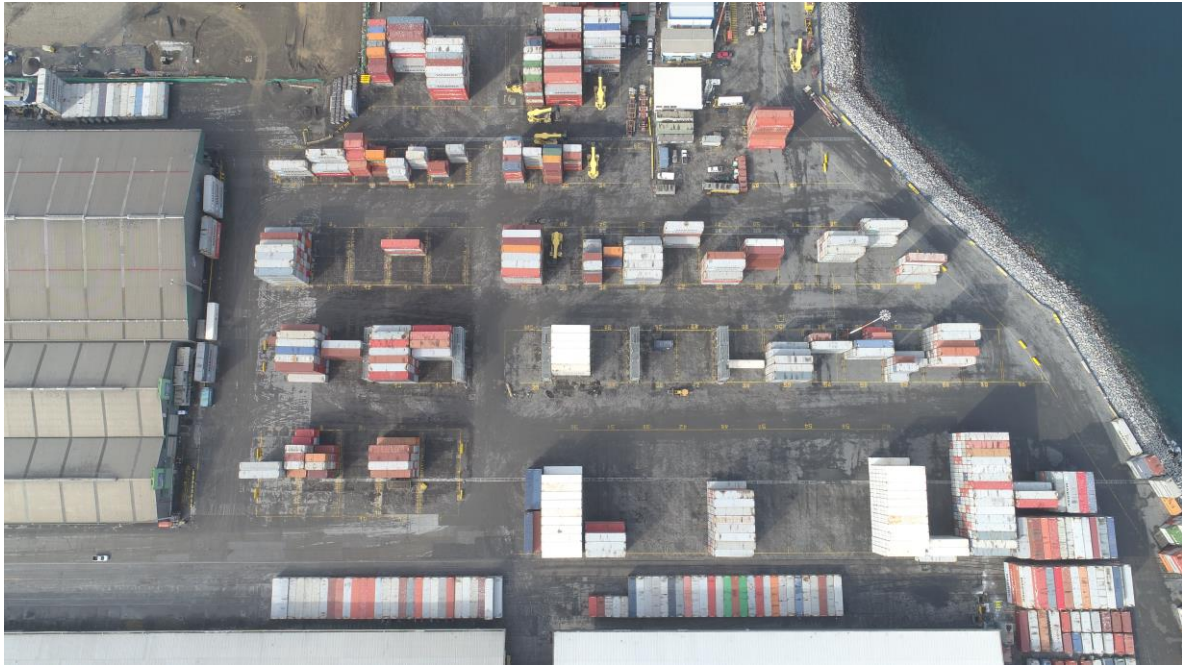


Figura 16 Imagen 2 Implementación de Layout SVTI

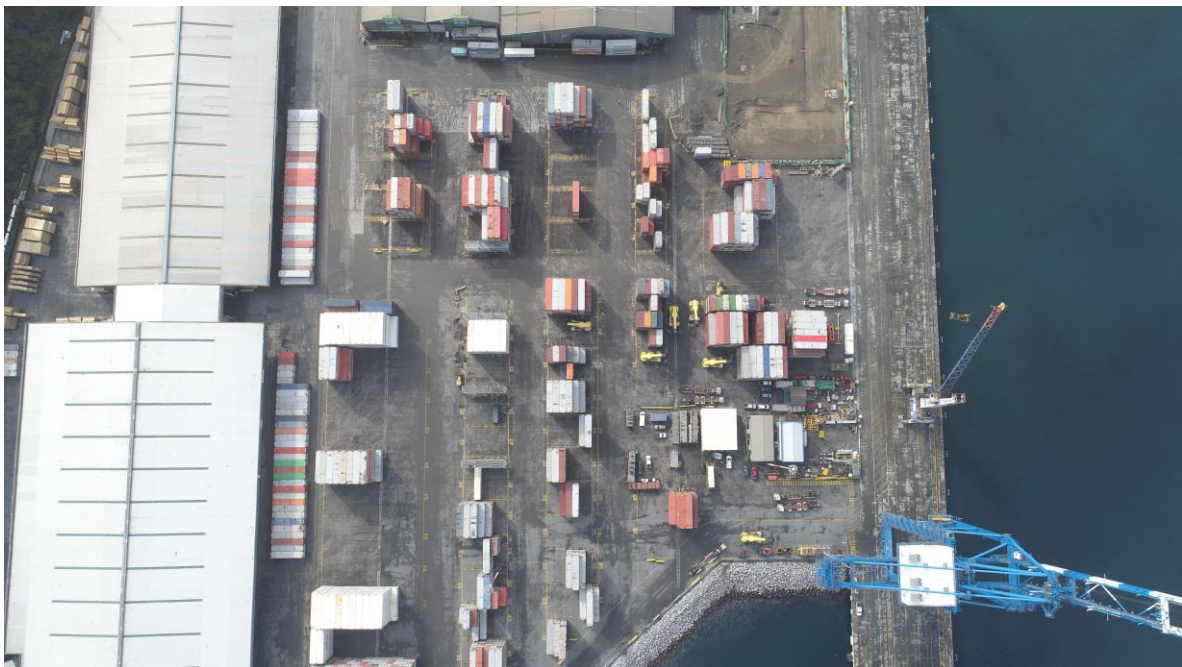


Figura 17 Imagen 3 Implementación de Layout SVTI

i. Resultado lingo

The screenshot shows the 'LINGO 11.0 Solver Status' dialog box for a model named 'LINGO1modificado3 actualizacion 2'. The dialog is divided into several sections:

- Solver Status:**
 - Model Class: INLP
 - State: Local Opt
 - Objective: 1.37732e+007
 - Infeasibility: 2.27374e-013
 - Iterations: 113341
- Variables:**
 - Total: 792
 - Nonlinear: 528
 - Integers: 264
- Constraints:**
 - Total: 311
 - Nonlinear: 35
- Nonzeros:**
 - Total: 1848
 - Nonlinear: 1298
- Extended Solver Status:**
 - Solver Type: B-and-B
 - Best Obj: 1.37732e+007
 - Obj Bound: 1.37732e+007
 - Steps: 252
 - Active: 0
- Generator Memory Used (K):** 190
- Elapsed Runtime (hh:mm:ss):** 00:32:54

At the bottom, there is an 'Update Interval' set to 2, and two buttons: 'Interrupt Solver' and 'Close'.

Figura 18 Resultado software Lingo (Extracción Lingo)

J. Solución de Lingo Exportada a Excel.

Zji																						
ASIGNACION	D1	D2	D3	D4	D5	D6	E1	E2	E3	E4	E5	R1	R2	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	O1
AME EXPO	-	-	-	-	-	-	768	540	-	22	715	102	154	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AME IMPO	-	-	-	-	-	-	210	17	-	-	-	11	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AME VACIO	139	293	386	379	399	363	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	334	381	399	382	-	-
AC3 EXPO	-	-	-	-	-	-	824	359	170	803	362	125	190	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AC3 IMPO	-	-	-	-	-	-	259	21	-	-	-	13	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AC3 VACIO	1	427	414	421	366	2	-	-	-	-	-	-	-	500	500	300	324	410	92	8	489	-
NAN EXPO	-	-	-	-	-	-	-	29	363	-	-	19	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAN IMPO	-	-	-	-	-	-	40	3	-	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAN VACIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	84	110	-	-	-	53	104	53	0	-	254
AFS EXPO	-	-	-	-	-	-	-	60	747	-	-	40	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AFS IMPO	-	-	-	-	-	-	84	6	-	-	-	4	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AFS VACIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	-	156	-	371	796

Tabla 11 Solución de modelo matemático (Elaboración propia)

K. Solución Grafica en AutoCAD.

Distribución carga AMERICAS de exportación.

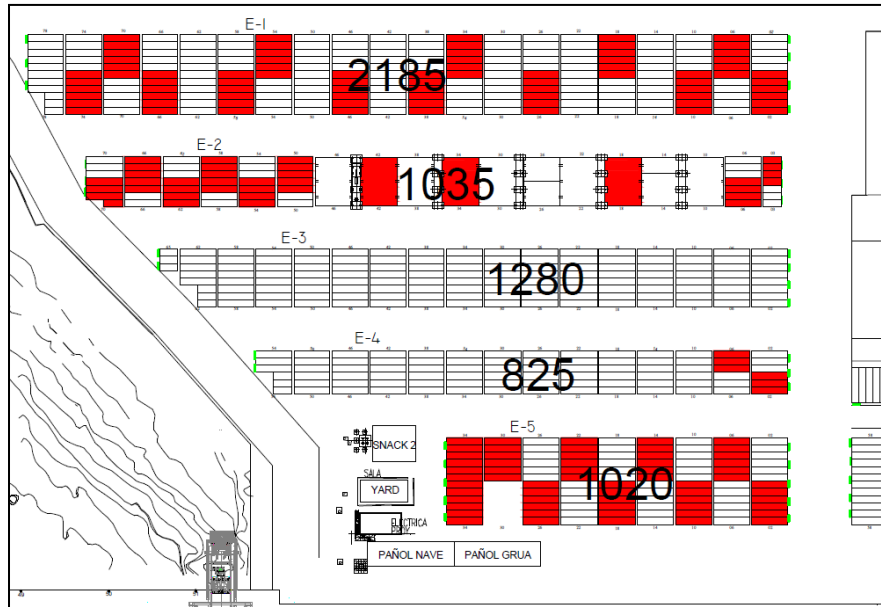


Figura 19 Carga AMERICAS de exportación (Elaboración propia)

Distribución carga AC3 de exportación.



Figura 20 Carga AC3 de exportación (Elaboración propia)

Distribución carga AFS de exportación.

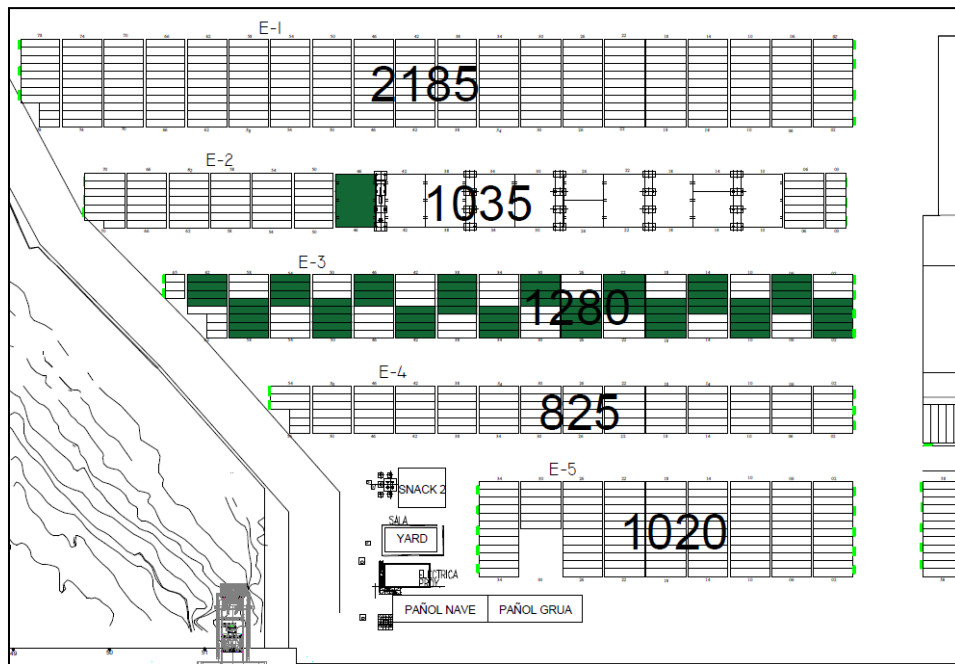


Figura 21 Carga AFS de exportación (Elaboración propia)

Distribución carga NAN de exportación.

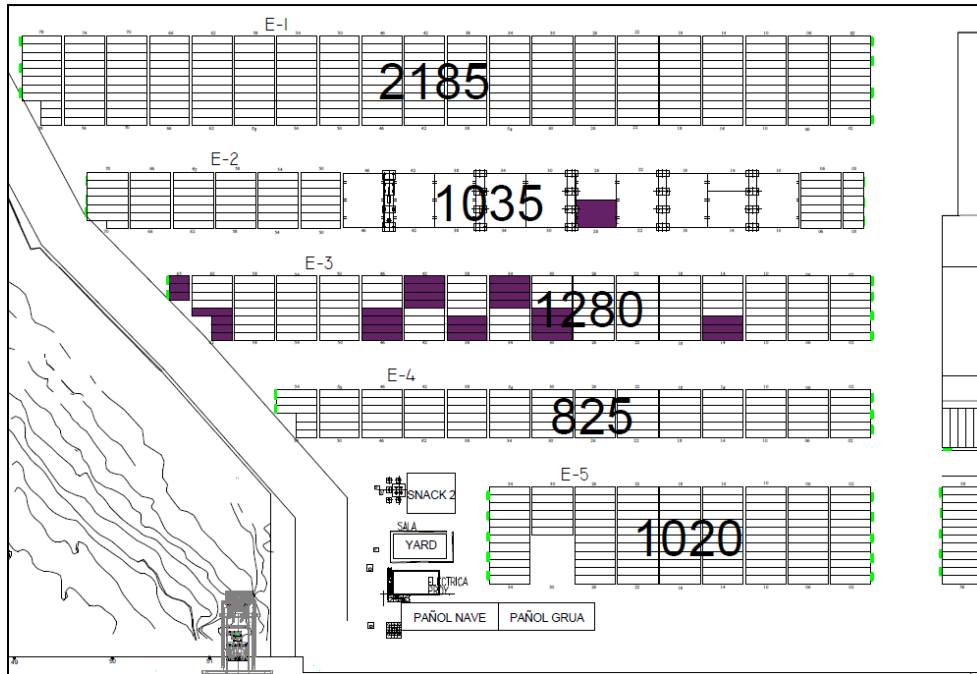


Figura 22 Carga NAN de exportación (Elaboración propia)

I. Elementos del ciclo de un contenedor que debe ser aforado.

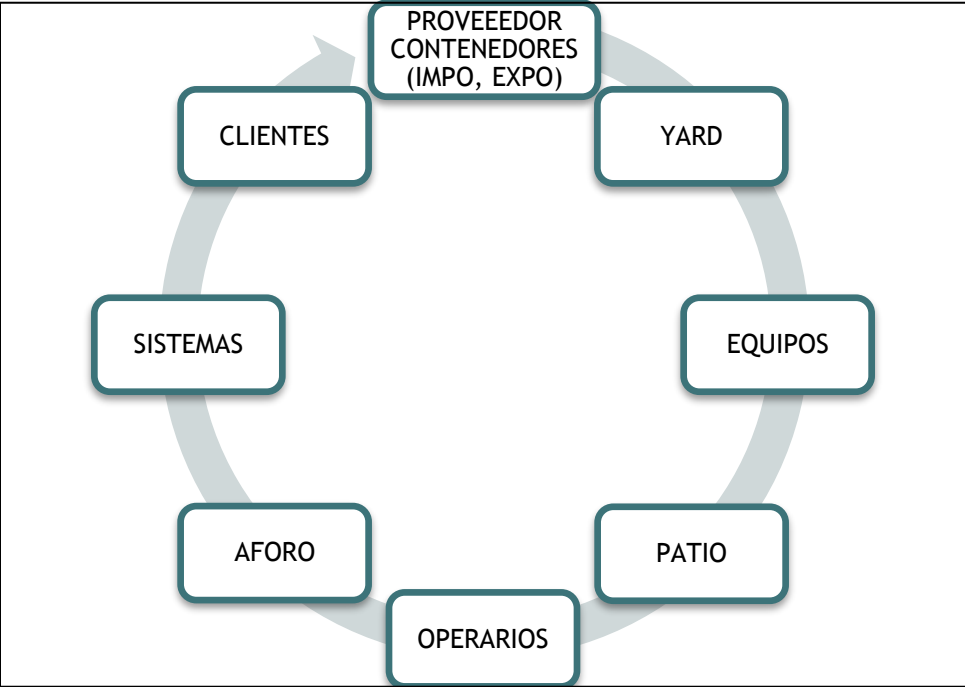


Figura 23 Elementos del ciclo de un contenedor con aforo (Elaboración propia)

M. VSM Aforo.

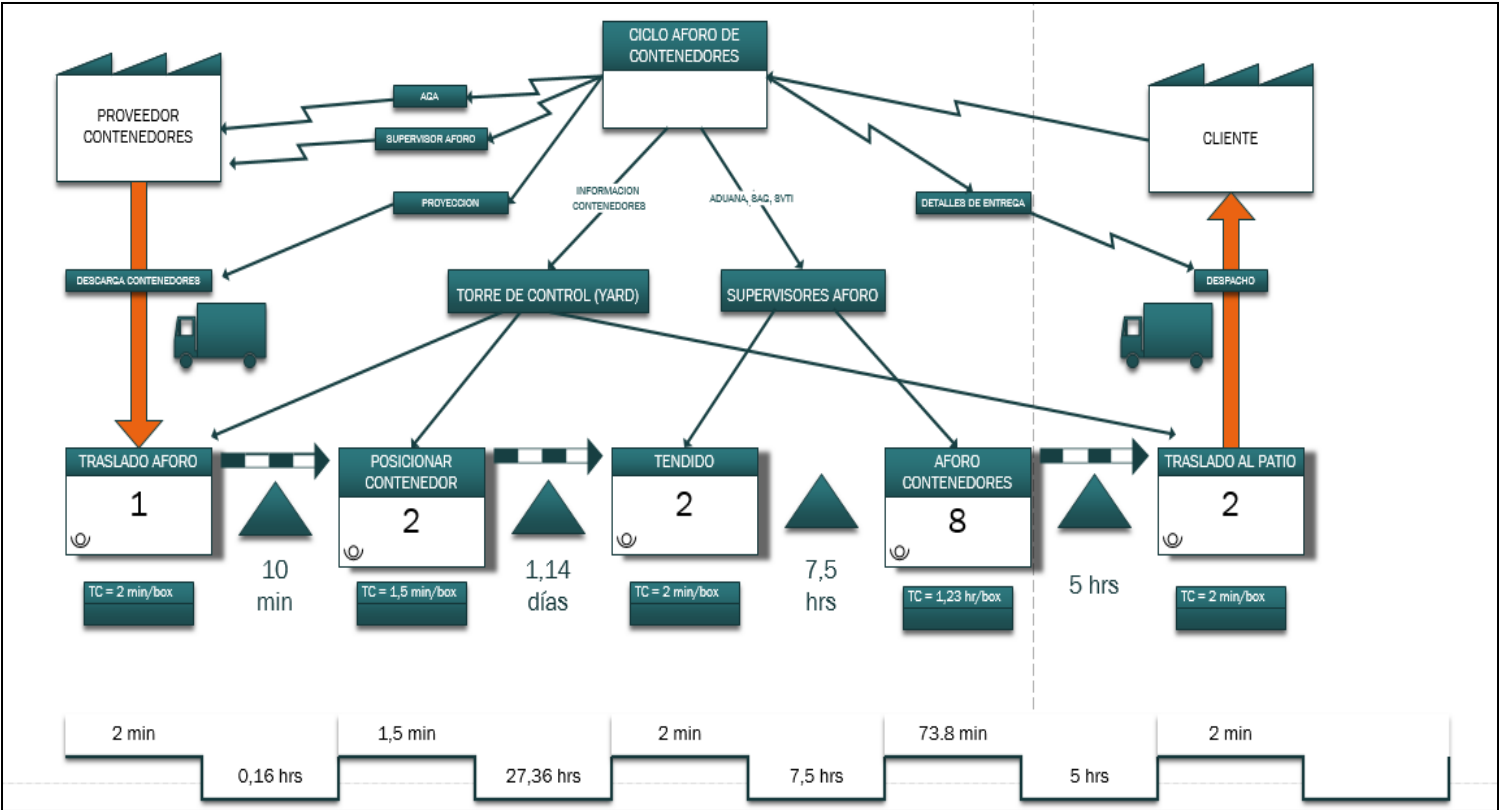


Figura 24 VSM ciclo de contenedor con aforo (Elaboración propia)

N. Problemas en el ciclo de los contenedores con aforo

	Ineficiencias	Causa	Consecuencias	Propuesta de solución
Ciclo aforo	Contenedores mal posicionados	<ul style="list-style-type: none"> • Stacker mal estacionadas • Pintura de piso borrada • Falta de espacio 	<ul style="list-style-type: none"> • Exceso de movimientos • Desorden en patio 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir un estacionamiento exclusivo para tractos y stacker • Pintar nuevos espacios para contenedores en aforo
	Atrasos en la inspección de aforo	<ul style="list-style-type: none"> • Atraso del cliente o representante • Falta de coordinación con las operaciones del yard 	<ul style="list-style-type: none"> • No se cumple la programación estimada • Descontento de clientes 	<ul style="list-style-type: none"> • Generar una plataforma para inscribir y programar aforo de contenedores • Hacer cumplir los tiempos programados (considerar algún tipo de consecuencia por atrasos)
	Demora en retiro de contenedores	<ul style="list-style-type: none"> • Tendido desordenado • Contenedores no son aforados en orden de salida • Retiro de contenedores no son prioridad en las tareas de stacker 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de colas • Atochamiento en las operaciones de aforo 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar plataforma para coordinar, asignar tareas al TRF⁴ y levantar tendido al momento de que un contenedor sea liberado

Tabla 12 Problemas en el ciclo de los contenedores con aforo (Elaboración propia)

⁴ Equipo terminal radio frecuencia.

O. Alternativas de distribución para parqueo.

Alternativa 1 parqueo de equipos.

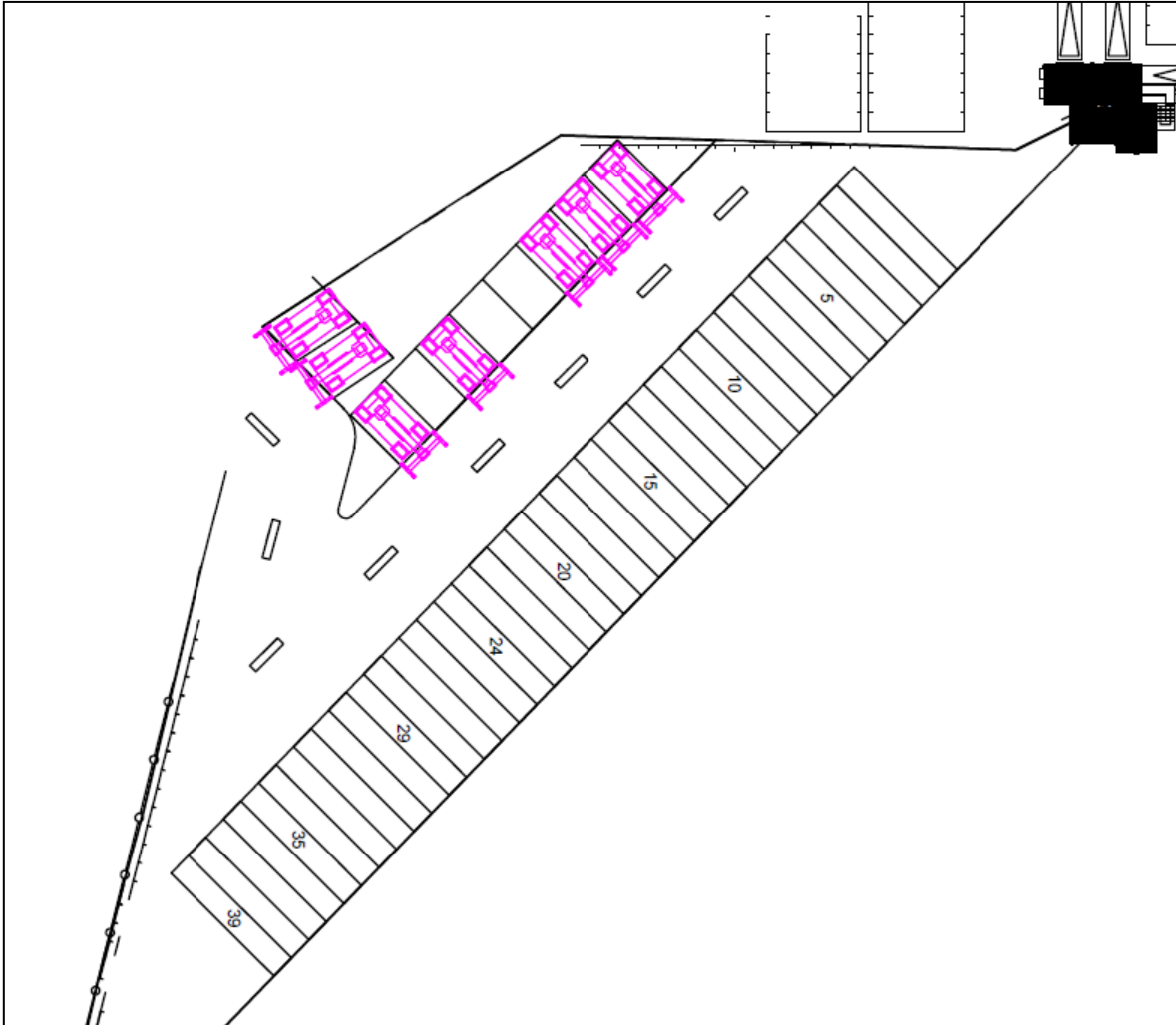


Figura 25 Alternativa 1 parqueo de equipos (Elaboración propia)

Alternativa 2 parqueo de equipos.

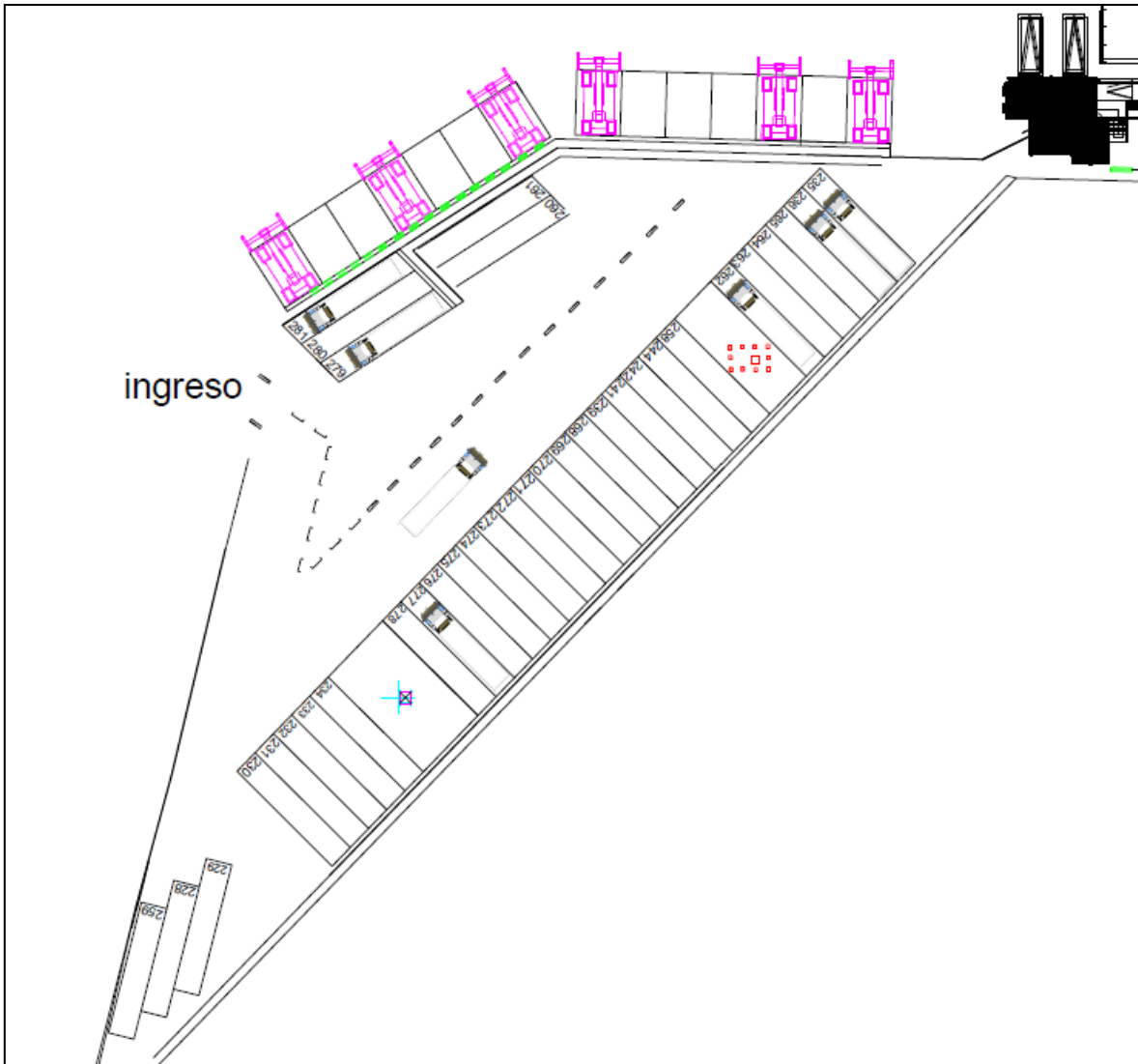


Figura 26 Alternativa 2 parques de equipos (Elaboración propia)

Alternativa 3 parqueo de equipos.

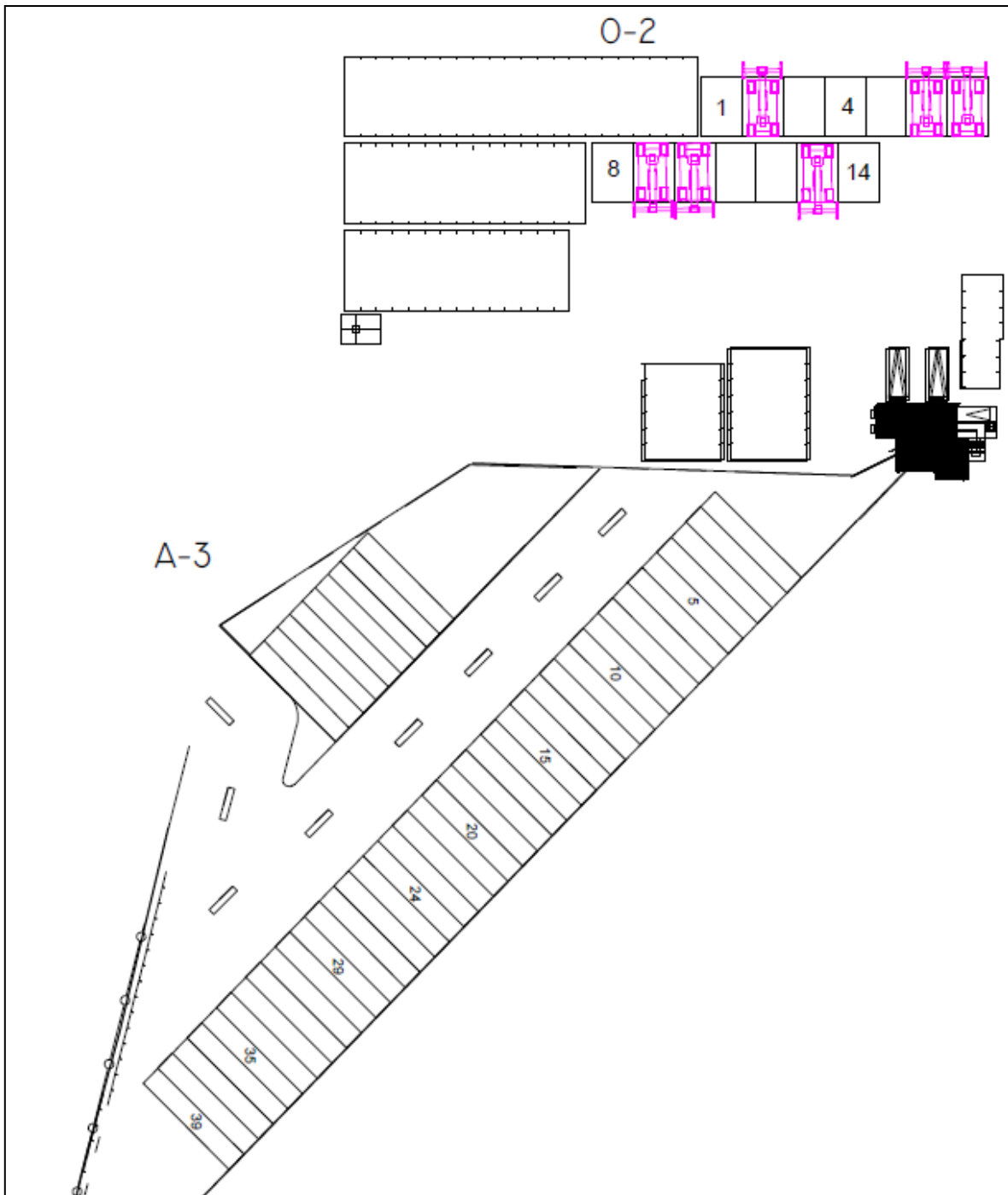


Figura 27 Alternativa 3 parques de equipos (Elaboración propia)

P. Parqueo final.

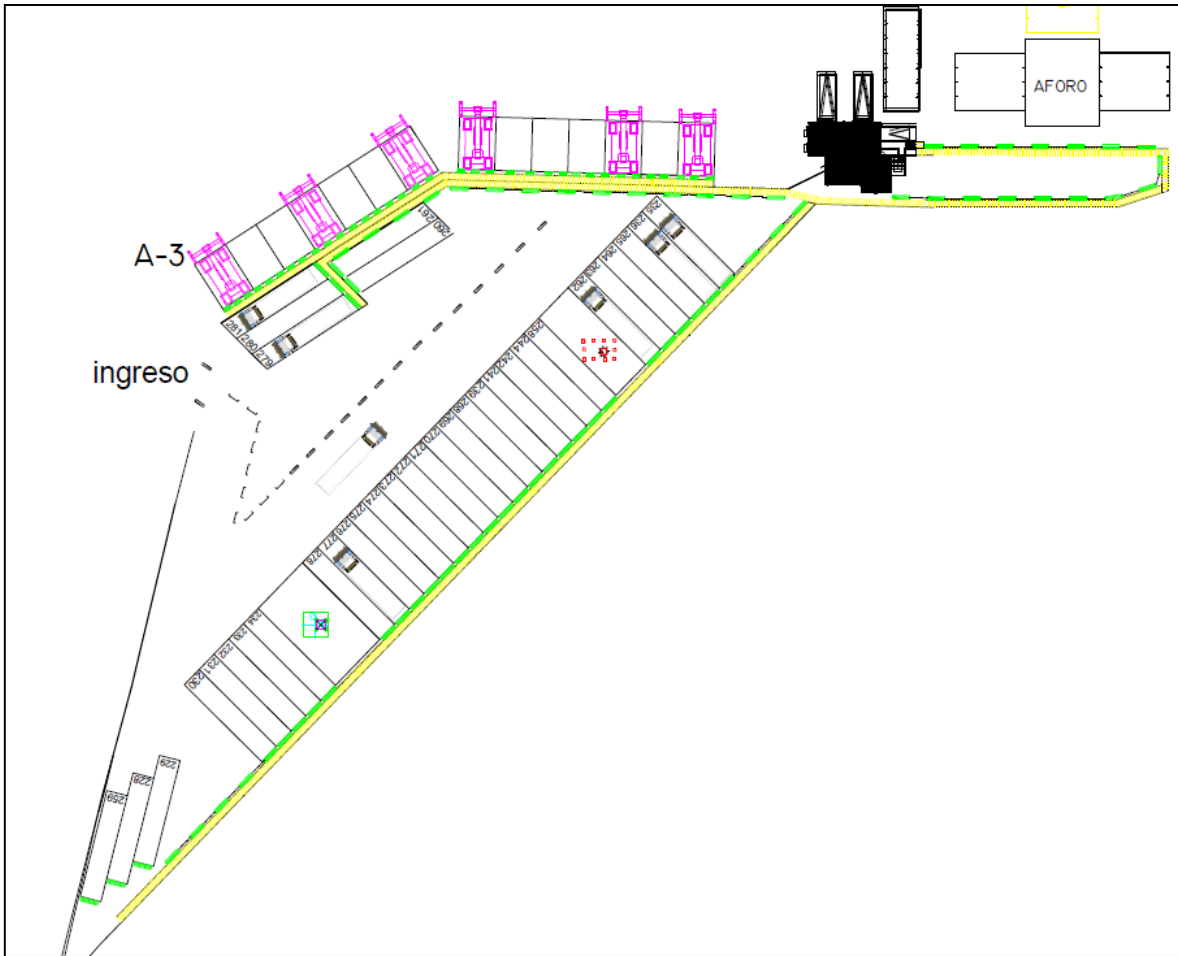


Figura 28 Layout parqueo final (Elaboración propia)

Q. Fotos de parqueo implementado SVTI.

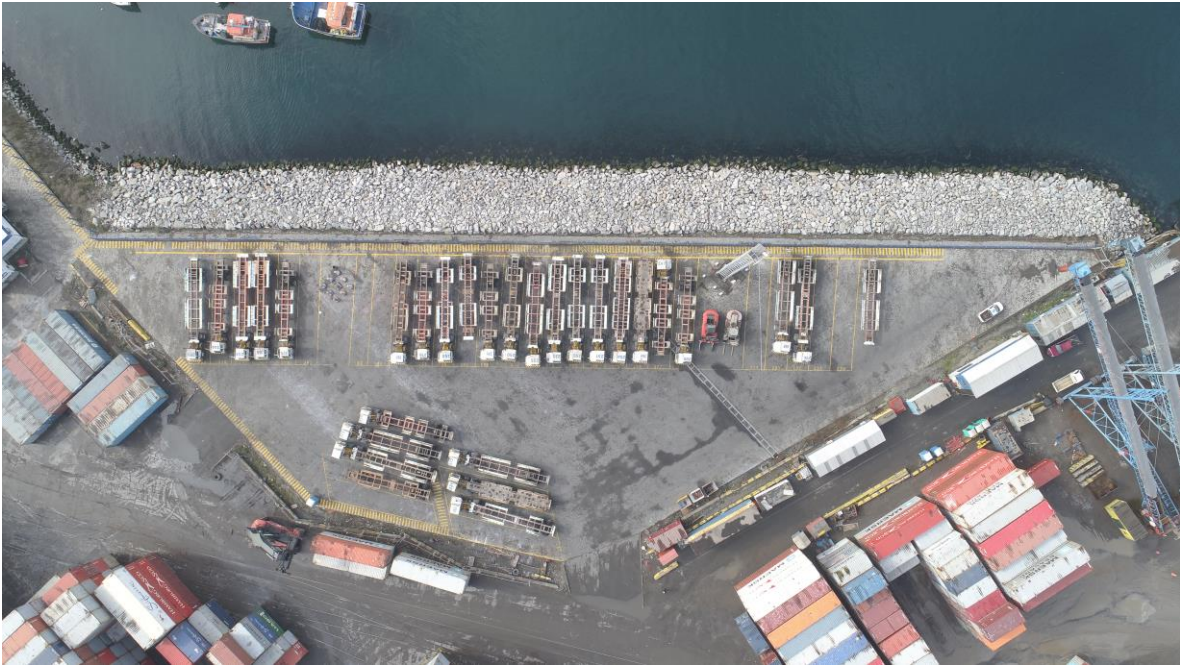


Figura 29 Captura Parqueo SVTI

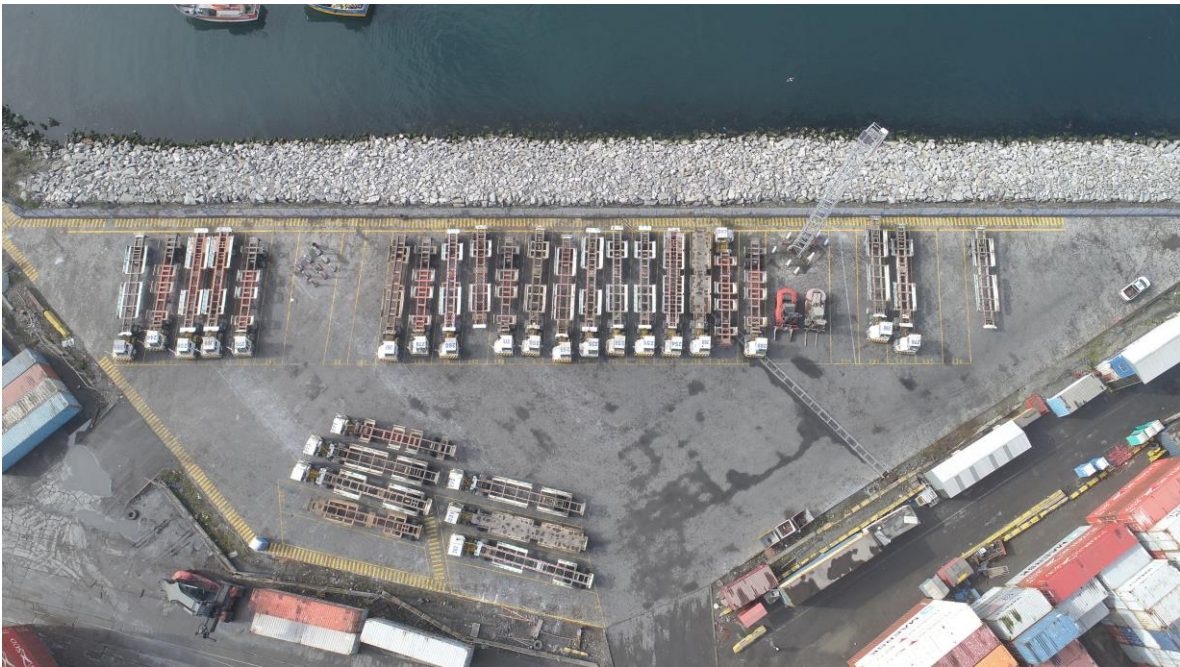


Figura 30 Captura parqueo equipos

R. Diagrama de flujo para programar contenedores

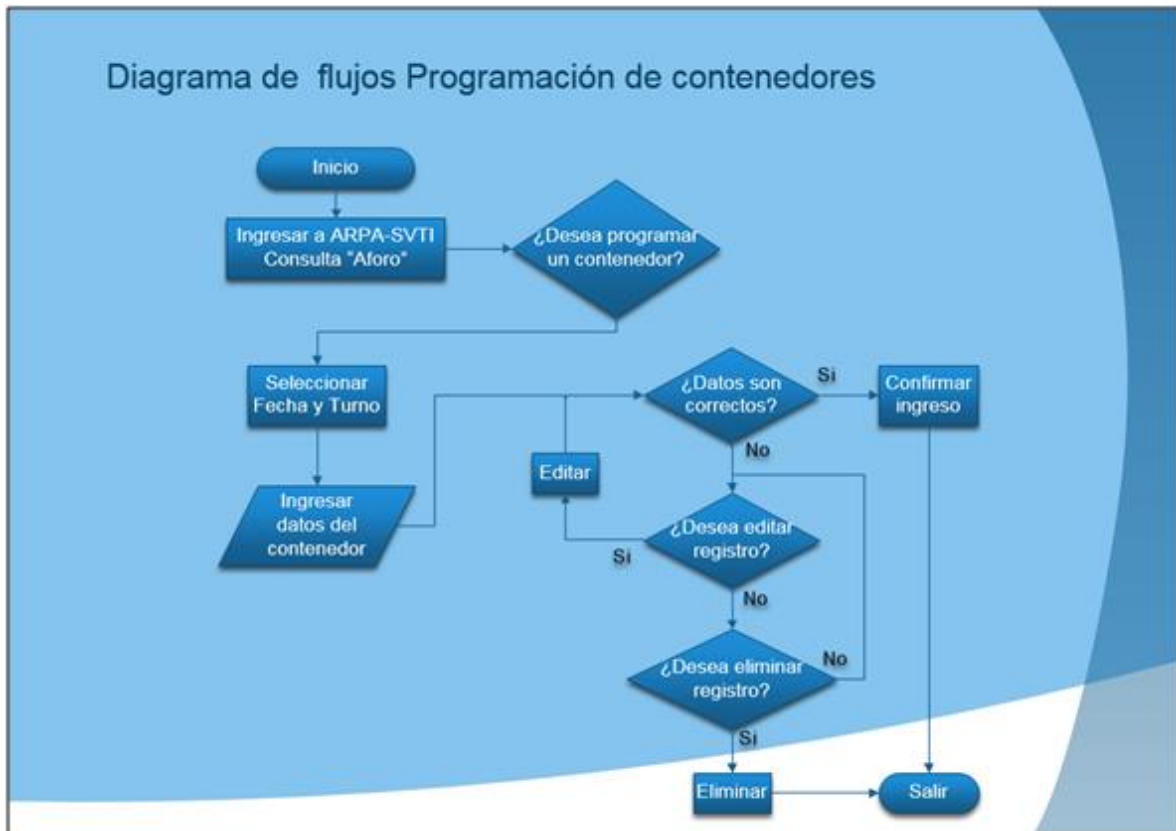


Figura 31 Diagrama de flujo Programación de contenedores (Elaboración propia)

En primera instancia los operadores del área de Aforo deben inscribir los contenedores que deben ser aforados con su respectiva fecha y turno, además de indicar las características del contenedor y el tiempo estimado que tardará el servicio.

Diagrama de flujos para ubicar contenedores.

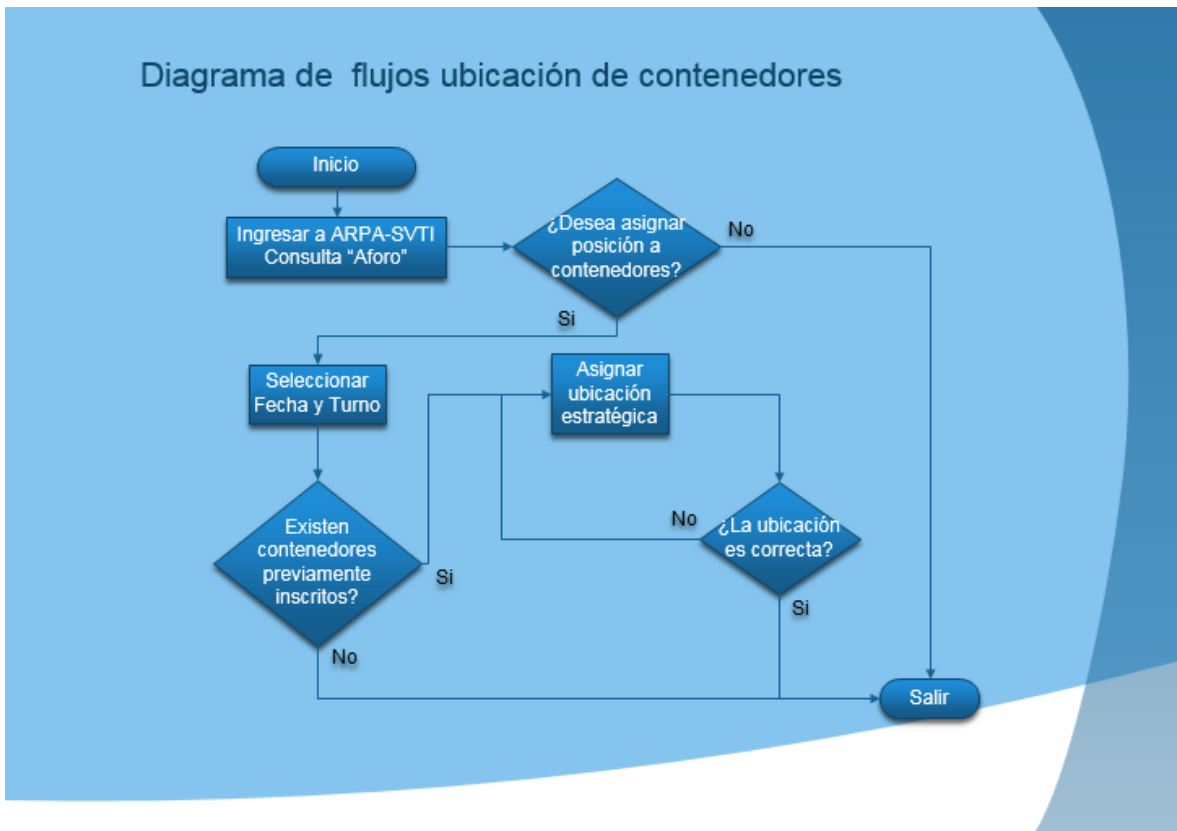


Figura 32 Diagrama de flujos ubicación de contenedores (Elaboración propia)

En segunda instancia los operadores del Yard deben asignar una posición estratégica a cada contenedor que está previamente inscrito, para que este sea aforado cuando corresponda.

Con los contenedores posicionados estratégicamente, el personal de aforo procede a llevar a cabo su labor de inspeccionar la carga de los contenedores, proporcionando información sobre el estado del servicio en la plataforma "Aforo", en ARPA.

S. Representación gráfica de la nueva interfaz.

Consulta “Aforo” en ARPA SVTI.

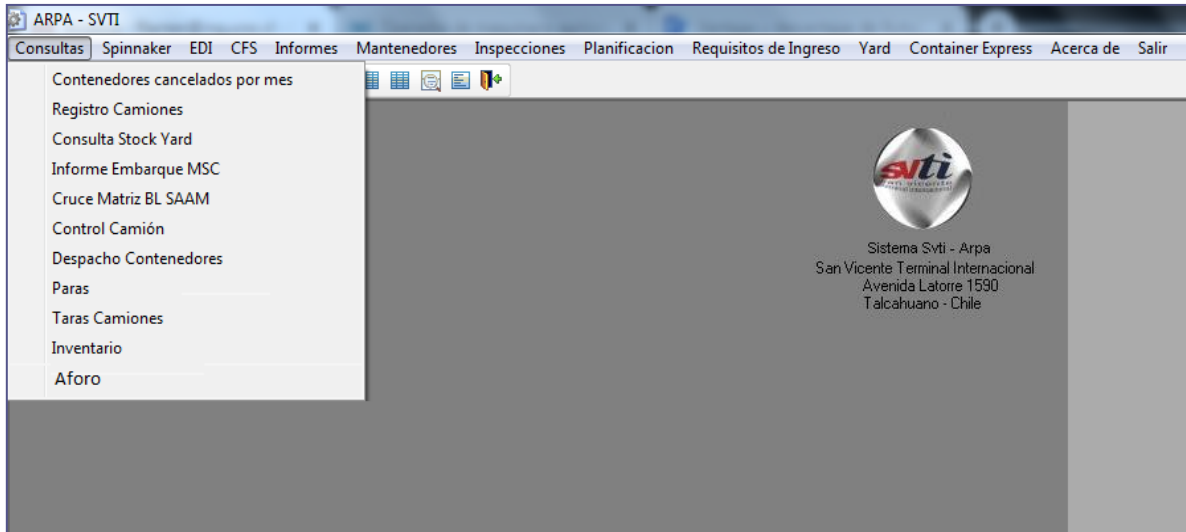


Figura 33 interfaz general aforo (Extracción ARPA SVTI editado)

Interfaz de aforo en ARPA SVTI para programar contenedores por parte del personal de aforo.

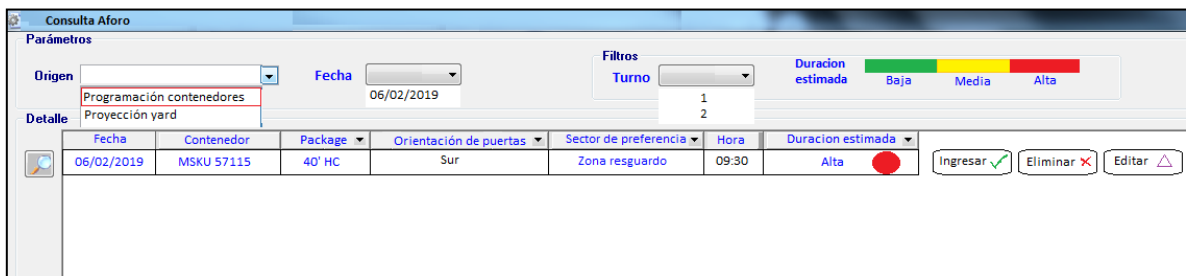


Figura 34 Interfaz aforo para programar contenedores (Elaboración propia)

Interfaz de aforo en ARPA SVTI para proyectar contenedores por parte de los operarios del Yard.

Consulta Aforo

Parámetros

Origen: Programación contenedores

Fecha: 06/02/2019

Filtros: Turno 1

Duración estimada: Baja Media Alta

Detalle: Proyección yard

Fecha	Contenedor	Package	Orientación de puertas	Sector de preferencia	Hora	Duración estimada	Ubicación	Estado
06/02/2019	MSKU 57115	40' HC	Sur	Zona resguardo	09:30	Alta	B2 002 01 →10(5hi)	✓
06/02/2019	MRSU 17148	40' RH	Norte	Anden rifer	10:45	Media	B2 003 01 →10(3hi)	✓
06/02/2019	TCLU 117286	40' DV	Norte	Zona resguardo	11:10	Media	-	✗
06/02/2019	SUDU 803064	40' HC	Sur	Zona resguardo	12:50	Baja	-	✗
06/02/2019	TGHU 832450	40' RH	Sur	Anden rifer	13:50	Baja	-	✗

Figura 35 Interfaz aforo para ubicar contenedores (Elaboración propia)

Interfaz de aforo en ARPA SVTI para verificar el estado de los contenedores que deben ser aforados y así ser retirados.

Consulta Aforo

Parámetros

Origen: Programación contenedores

Fecha: 06/02/2019

Filtros: Turno 1

Duración estimada: Baja Media Alta

Detalle: Estado contenedores

Fecha	Contenedor	Package	Orientación de puertas	Sector de preferencia	Hora	Duración estimada	Ubicación	Estado
06/02/2019	MSKU 57115	40' HC	Sur	Zona resguardo	09:30	Alta	B2 002 01 (01)	En proceso
06/02/2019	MRSU 17148	40' RH	Norte	Anden rifer	10:45	Media	B2 010 02 (01)	Aforado ✓
06/02/2019	TCLU 117286	40' DV	Norte	Zona resguardo	11:10	Media	B2 010 03 (01)	En espera ✗
06/02/2019	SUDU 803064	40' HC	Sur	Zona resguardo	12:50	Baja	B2 013 06 (01)	Aforado ✓
06/02/2019	TGHU 832450	40' RH	Sur	Anden rifer	13:50	Baja	B2 013 07 (01)	En espera ✗

Figura 36 Interfaz aforo para verificar estado de contenedores (Elaboración propia)