

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**NECESIDADES DE EQUIPAMIENTO DEL MUELLE Y PATIO DE  
CONTENEDORES DEL TERMINAL PORTUARIO SALAVERRY**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**INDIRA ALICIA CAHUATA DEL CASTILLO**

**Lima- Perú**

**2011**

Dedicado a:

Dios por ser mi soporte desde niña, al ing. Juvenal Cahuata, mi padre, quien desde el cielo acompaña mi camino personal y profesional.

A mi madre, quien ante las circunstancias difíciles de mi vida me ha mostrado cuán grande es su amor y apoyo.

A mis hermanos, especialmente a Carlos quien es y será mi compañero de vida. A Francisco y Gabriel por ser mi motivación para cada paso que doy.

A mi tía Eli quien es un soporte vital para mi y para toda mi familia y con quien he compartido tantas experiencias.

A mi mamita Feli, tía Giovanna, tía Eva, a Natalia quienes en diferentes formas me han acompañado en esta meta.

Y al grupo 4 sin cuyo apoyo, todo hubiera sido más difícil.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES</b>	<b>9</b>
1.1 EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE DE CONTENEDORES	9
1.2 INFLUENCIA DEL EQUIPAMIENTO DENTRO DEL TRANSPORTE DE CONTENEDORES	12
1.3 PERFIL DEL PROYECTO	15
<b>CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN EN MUELLE Y PATIO DE CONTENEDORES</b>	<b>17</b>
2.1 CARGA Y DESCARGA DE CONTENEDORES	19
2.2 TRANSPORTE HORIZONTAL Y ALMACENAMIENTO EN PATIO DE CONTENEDORES	21
<b>CAPÍTULO 3: DESCRIPCION DE EQUIPOS PORTUARIOS</b>	<b>24</b>
3.1 EQUIPOS PARA LA CARGA Y DESCARGA (STS)	24
3.1.1 Grúas pórtico	24
3.2 EQUIPO PARA ALMACENAMIENTO EN PATIO DE CONTENEDORES..	28
3.2.1 Grúa RTG	28
3.2.2 Grúa RMG	31
3.2.3 Apilador frontal (reach-stacker)	32
3.2.4 Apilador para contenedores vacios (stacker)	35
3.2.5 Grúa horquilla (Fork lift)	36
3.2.6 Plataforma para contenedores refrigerados (reefer)	37
3.3 EQUIPO PARA TRANSPORTE HORIZONTAL	39
3.3.1 Terminal tractor	39

<b>CAPÍTULO 4: DETERMINACIÓN DEL EQUIPAMIENTO</b>	<b>40</b>
4.1 SUBSISTEMA CRÍTICO	40
4.2 ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS EN EL PATIO DE CONTENEDORES	40
4.2.1 Capacidad de almacenamiento necesaria	41
4.2.2 Área requerida para la cantidad de contenedores a almacenar	42
4.2.3 Costo del pavimento en cada alternativa	47
4.2.4 Cantidad y costo de los equipos	49
4.3 CANTIDAD DE EQUIPOS EN EL SISTEMA	51
4.3.1 Grúas pórtico	52
4.3.2 Apilador frontal (Reach-stacker)	52
4.3.3 Terminal Tractor	52
4.3.4 Grúa horquilla	55
<b>CAPÍTULO 5: ADQUISICIÓN DEL EQUIPAMIENTO</b>	<b>57</b>
5.1 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL EQUIPAMIENTO	57
5.1.1 Grúa Pórtico	57
5.1.2 Terminal tractor	58
5.1.3 Apilador frontal (Reach-stacker)	58
5.1.4 Grúa horquilla	59
5.2 PRESUPUESTO DE CADA ALTERNATIVA	59
5.3 PROCESO LOGÍSTICO	60
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>63</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>65</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>66</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>67</b>

## RESUMEN

Luego de la aprobación el perfil del proyecto “Mejoramiento del Servicio de Atraque y Manipulación de Contenedores destinados a la Exportación e Importación en el Puerto de Salaverry”. Se decidió continuar con los estudios de pre-factibilidad de las alternativas planteadas en el perfil. Dentro de este contexto, el informe se enfoca en el análisis de las necesidades de equipamiento en el muelle y patio de contenedores para satisfacer la demanda considerada en el proyecto, 107 mil contenedores/año.

Para tal fin, se hace un análisis del sistema portuario y los subsistemas críticos de este, además se presentan las características técnicas de los equipos más utilizados en terminales portuarios de similares características.

Dentro de los equipos presentados, la elección que necesita de mayores parámetros, es la elección del equipo para manipulación de contenedores en el patio de almacenamiento, que ocupa un gran porcentaje del área del puerto, la cual varía fundamentalmente según el equipo seleccionado. Por esto, el informe analiza este tema de una manera detallada, tomando en cuenta factores como el costo del terreno, pavimento, productividad y costo de los equipos, recomendando finalmente el uso de apiladores frontales (reach-stacker).

Además se realiza el cálculo de la cantidad de equipos necesarios para la operación eficiente del puerto. Estos equipos son: **2 Grúas pórtico, 14 terminal tractor y 4 apiladores frontales (reach-stacker)**. El costo referencial que se presenta es en promedio, \$ 27 millones, los precios se tomaron como referencias de proyectos similares hechos en el Perú. Finalmente se detallan las características técnicas de los equipos seleccionados y la referencia de procesos de adquisición realizados en el Perú.

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1: Evolución del tráfico de contenedores en el mundo	10
Cuadro 1.2: Tráfico de contenedores en la Comunidad Andina (TEU)	11
Cuadro 1.3: Tarifas comparativas de Servicios portuarios a nivel regional	12
Cuadro 1.4: Número de contenedores embarcados y desembarcados (TEU)	13
Cuadro 2.1: Demanda actual y proyectada	21
Cuadro 2.2: Capacidad de almacenamiento requerida	22
Cuadro 3.1: Características típicas de las grúas pórtico	26
Cuadro 3.2: Velocidades de grúa pórtico	26
Cuadro 3.3: Características de las grúas RTG	29
Cuadro 3.4: Características de los apiladores frontales	34
Cuadro 3.5: Características de stacker para contenedores vacíos	36
Cuadro 3.6: Características de la grúa horquilla	36
Cuadro 4.1: Datos para Diagrama de planificación	41
Cuadro 4.2: Capacidad de almacenamiento necesaria en TEU's	42
Cuadro 4.3: Diferencias entre RTG y apilador frontal	42
Cuadro 4.4: Tipo de apilamiento según equipo seleccionado	43
Cuadro 4.5: Cantidad de espacios en planta para contenedores	43
Cuadro 4.6: Ratios de área para espacios de contenedores llenos	47
Cuadro 4.7: Presupuesto referencial de pavimento para RTG	49
Cuadro 4.8: Presupuesto referencial de pavimento para apiladores frontales	49
Cuadro 4.9: Costo de grúa RTG	50
Cuadro 4.10: Costo de apilador frontal (reach-stacker)	50
Cuadro 4.11: Comparación de costos (\$)	51
Cuadro 4.12: Distancias de recorrido del terminal tractor	54
Cuadro 4.13: Tiempo de ida-vuelta según alternativa	54
Cuadro 4.14: Tiempo del ciclo según alternativa	54
Cuadro 4.15: Resumen del cálculo de equipamiento	56
Cuadro 5.1: Detalles de la grúa seleccionada	58
Cuadro 5.2: Costo Equipamiento- alternativa 1	61
Cuadro 5.3: Costo Equipamiento- alternativa 2	62

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Tráfico de contenedores en la Comunidad Andina (TEU)	11
Figura 1.2: Contenedores embarcados y desembarcados en el Perú	14
Figura 1.3: Vista del puerto Salaverry	16
Figura 2.1: Subsistemas en un terminal portuario de contenedores - planta	18
Figura 2.2: Subsistemas en un terminal portuario de contenedores - elevación	18
Figura 2.3: Subsistema de muelle y patio de contenedores a analizar	19
Figura 2.4: Subsistema de carga/descarga	21
Figura 2.5: Patio de almacenamiento	23
Figura 3.1: Vista del software de control carga/descarga	25
Figura 3.2: Sistema Double trolley	27
Figura 3.3: Sistema Twin-lift	28
Figura 3.4: Vista de la grúa RTG	30
Figura 3.5: Funcionamiento del RTG	30
Figura 3.6: Grúas pórtico RMG	31
Figura 3.7: Almacenamiento con RTG/RMG	32
Figura 3.8 : Inversión total (horizonte a 25 años)	32
Figura 3.9: Apilador frontal	33
Figura 3.10: Stacker con brazo curvo	34
Figura 3.11: Stacker para contenedores vacíos	35
Figura 3.12: Detalles de la grúa horquilla	37
Figura 3.13: Control de plataforma para contenedores refrigerados	38
Figura 3.14: Terminal Tractor	39
Figura 3.15: Chasis del terminal tractor	39
Figura 4.1: Ingreso de datos en diagrama de planificación	41
Figura 4.2: Planta de distribución con equipos RTG – Grúa horquilla	44
Figura 4.3: Planta de distribución con equipos Reach-stacker y grúa horquilla	45
Figura 4.4: Comparación de distribución según equipamiento	46
Figura 4.5: Pavimento considerado	48
Figura 4.6: Sección referencial de viga RTG	48
Figura 4.7: Equipamiento seleccionado	51
Figura 4.8: Ciclo de los terminal truck	55
Figura 5.1: Apilamiento considerado para el apilador frontal	59

## LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

ENAPU:	Entidad Nacional Portuaria
ISO :	Organización Internacional de Estandarización
TEU :	Capacidad de carga de un contenedor de 20 pies (Twenty-foot Equivalent Unit)
FEU :	Capacidad de carga de un contenedor de 40 pies (Forty-foot Equivalent Unit)
APN :	Autoridad Portuaria Nacional
T.P.S. :	Terminal Portuaria Salaverry
RTG :	Grúa pórtico sobre neumáticos (Rubber Tyred Gantry)
RMG :	Grúa pórtico montada sobre rieles (Rail Mounted Gantry)
STS :	Traslado del buque al muelle (Ship to shore)
MM :	Miles de millones



## INTRODUCCIÓN

El tráfico mundial de contenedores ha seguido en los últimos veinte años un crecimiento sostenido y continuo, llegando a tasas de crecimiento promedio anual próximas al 10% y no menores al 5%. A partir de allí, las perspectivas de crecimiento son aún mayores, por lo que se debe impulsar la adopción de estrategias que permitan responder eficazmente a la evolución de la demanda.

El Perú, no ha estado libre de este crecimiento, y esto lo confirma el estudio de mercado realizado en la zona de influencia del puerto Salaverry, ubicado en distrito de Salaverry, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, el cual indicó que el puerto, al año 2010, tiene un mercado potencial de transporte de 60,000 contenedores/año, proyectándose esta cantidad a una tasa de crecimiento de 5% anual durante 10 años, es decir 107 mil contenedores/año.

Esto motivó la elaboración de estudios de pre-factibilidad para el proyecto "Mejoramiento del servicio de atraque y manipulación de contenedores destinados a la exportación e importación en el Puerto de Salaverry", estos estudios se enfocan en dar las alternativas de infraestructura, equipamiento e impacto ambiental del proyecto. El presente informe se enfoca en el estudio de las necesidades de equipamiento del muelle y patio de contenedores del puerto, dada su magnitud e importancia para el proyecto. Según el perfil elaborado, el equipamiento significa aproximadamente el 20% de la inversión en el proyecto, y su óptima elección del tipo y cantidad serán determinantes para el éxito del proyecto, por consiguiente, el desarrollo del puerto y del País.

El informe presenta las opciones de equipamiento que actualmente se tienen en los terminales portuarios, y los parámetros que se deben considerar para la elección de los equipos, para lo cual se realiza un análisis del subsistema crítico del terminal portuario Salaverry, como es la manipulación de contenedores llenos, y todos los equipos implicados en este proceso, recomendando finalmente el equipamiento óptimo para del proyecto.

*El Primer Capítulo*, describe como el contenedor se ha convertido en la forma de transporte de carga más usada en el mundo, además se hace una revisión de la influencia económica del equipamiento en un terminal de contenedores. Finalmente se presenta el perfil del proyecto que dio paso al presente informe.

*El Segundo Capítulo*, describe el sistema operativo del puerto como un conjunto de procesos que optimizan la transferencia y almacenamiento temporal de los contenedores.

*El Tercer Capítulo*, presenta los equipos más comunes dentro de un terminal portuario de contenedores. Sus aplicaciones, características, ventajas y desventajas. Esta descripción se realiza con el fin de tener bases técnicas para la elección final de los equipos en el proyecto.

*El Cuarto Capítulo*, analiza el subsistema crítico del sistema portuario, con el fin de enfocar el análisis en los procesos implicados en este subsistema. Así mismo, hace un análisis para la selección del equipo de manipulación en el patio de contenedores, haciendo un comparativo funcional y económico entre los equipos actuales más usados. Finalmente, en este capítulo se calcula la cantidad de equipos necesarios para un proceso fluido.

*El Quinto Capítulo*, se indican las características técnicas referenciales que considera el equipamiento recomendado y el presupuesto de cada alternativa, basado en adquisiciones similares realizados en el Perú. Además se hace una breve descripción del proceso de licitación que deberá efectuarse.

## **CAPÍTULO 1 : ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE DE CONTENEDORES**

El necesario conocer la evolución del transporte de contenedores para poder prever el comportamiento de la demanda futura y conocer el contexto en el que tendrán que planificarse las nuevas terminales portuarias y al que tendrán que adaptarse las terminales existentes.

El importante aumento que se ha producido en el transporte de la mercancía general y, especialmente, de la mercancía contenerizada a nivel mundial, inició con el proceso de unitarización de la carga, lo que significa agrupar varios paquetes pequeños o medianos de diferentes formas y tamaños, en unidades de manipuleo más grandes y homogéneas, para facilitar las operaciones básicas aplicadas en el transporte marítimo internacional como son: el embarque, la estiba, el flete neto, la desestiba y el desembarque, utilizando para tales efectos medios mecánicos, haciéndolo más rápido, seguro y económico, disminuyendo los gastos de hurtos, pérdidas y reduciendo los costos operativos para el dueño de la carga, para la compañía naviera y finalmente para los consumidores.

Es a finales del siglo XX, que un equipo italiano de arqueólogos submarinos descubrió un buque que naufragó en el mar de Liguria en el siglo II de nuestra era. El nombre de este buque era Félix Pacata, entre los restos se encontraron varios dolium (receptáculos de madera o de barro) de proporciones parecidas a lo que hoy en día se conoce por contenedores. Estos dolium eran utilizados en aquella época para el transporte de líquidos y animales salvajes que se desembarcaban principalmente en el puerto de Ostia y cuyo destino eran los circos romanos [4].

La uniformización de las cargas, inicialmente utilizando el preseslingado, alcanzó el más alto grado de sofisticación con el contenedor y su tendencia es buscar un estándar en sus dimensiones, ofreciendo, dentro de la estandarización de la eslora, manga y puntal, un amplio margen de opciones dependientes de la diversidad de las mercancías que se deberán transportar. Es así que comienza una continuada evolución en los medios de carga/descarga de los buques.

En el año 1965 la I.S.O. impone el empleo de unas normas dimensionadas fijando longitudes, anchura y altura de los contenedores. Al mismo tiempo, la I.S.O. se ocupa de dictar normas de alcance internacional respecto a las pruebas, marcas, terminología, capacidad de carga, cubicaje de los contenedores, etc.

Ya para 1972 el transporte de mercancías utilizando contenedores suponía un tercio del transporte de mercancías en rutas transatlánticas. A partir de entonces el tráfico de mercancías en contenedor se incrementa y llega en los años ochenta a alcanzar el 78.2% del porcentaje de carga general transportada.

En 1998 y durante los últimos años, la flota mundial tuvo un desarrollo abrupto, con la configuración de grandes buques con considerables calados, pero esto no siempre fue correspondido con la adecuación de los puertos para recibir y operar con ellos. Este crecimiento sostenido y continuo, ha tenido una tasa de crecimiento promedio anual próximas al 10% en el periodo 1980-2000, lo que ha conducido a multiplicar el tráfico por seis en dicho periodo hasta alcanzar 230 MM de TEU's en el año 2000 y 534 MM de TEU's en el 2008.

Hacia el 2015 las perspectivas de crecimiento se orientan a tasas menores pero significativas en torno al 7% anual como consecuencia de múltiples factores, entre los que cabe destacar la globalización, la búsqueda de economías de escala en el transporte marítimo y el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones. En el cuadro 1.1 se observa el crecimiento porcentual del tráfico de contenedores en el comercio mundial.

**Cuadro 1.1: Evolución del tráfico de contenedores en el mundo**

Mercancía general	Distribución (%)						
	1980	1985	1990	1995	2000	2004	2005
<b>Mercancía no contenerizada</b>	78.2%	68.5%	63.6%	53.1%	42.5%	27.8%	21.8%
<b>Mercancía contenerizada</b>	21.8%	31.5%	36.4%	46.9%	57.5%	72.2%	78.2%

Fuente: Drewry Shipping Consultants Ltd.

El Perú, así como el resto de los países de la comunidad andina, no están libres de este crecimiento, habiendo en algún caso triplicado el transporte de contenedores desde el año 2001 al 2007, según las estadísticas de CEPAL, que se muestran en el cuadro 1.2.

Cuadro 1.2: Tráfico de contenedores en la Comunidad Andina (TEU)

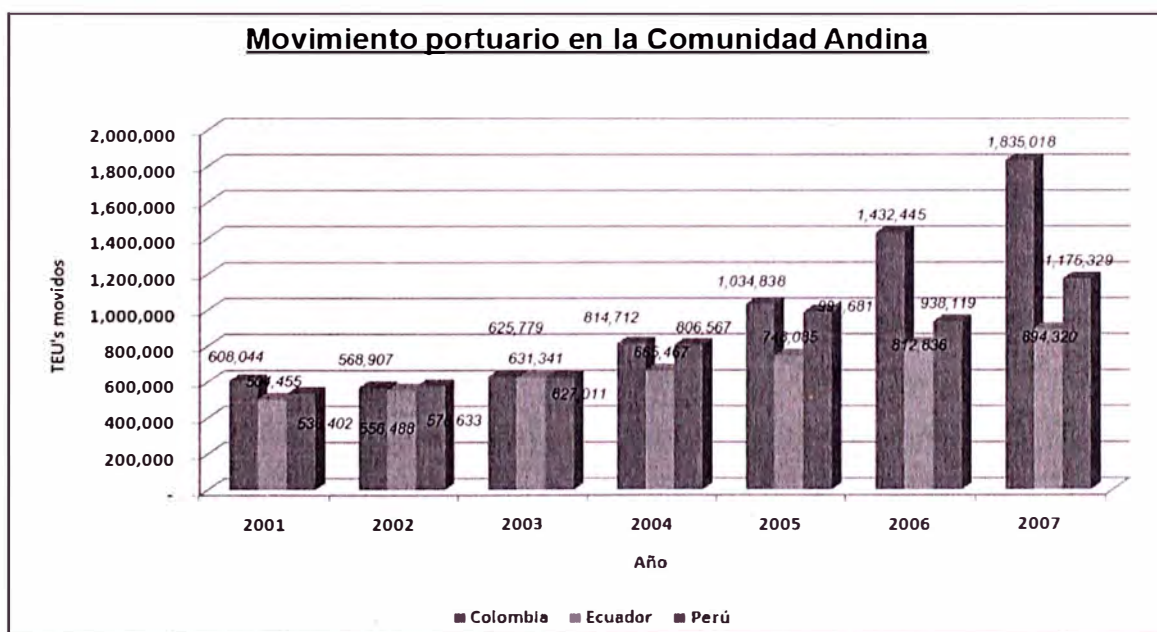
País	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Colombia	608,044	568,907	631,341	814,712	1,034,838	1,432,445	1,835,018
Ecuador	504,455	556,488	625,779	665,467	748,085	812,836	894,320
Perú	536,402	578,633	627,011	806,567	991,681	938,119	1,175,329

Fuente: Página web CEPALSTAT

\*No se tienen registros estadísticos de Bolivia

Del cuadro 1.2, se tiene figura 1.1. donde se observa de manera más clara el incremento del tráfico de contenedores a lo largo de la última década.

Figura 1.1: Tráfico de contenedores en la Comunidad Andina (TEU)



Fuente: Datos obtenidos de la página web CEPALSTAT

Debido a esta evolución, actualmente se está buscando alcanzar altos grados de sistematización en los terminales portuarios que transportan contenedores, mediante un eficiente equipamiento portuario en el muelle, patio de contenedores y despacho final de estos. Esto es posible debido precisamente a la estandarización del elemento transportado: el contenedor, la estandarización en la forma de manipulación portuaria, el altísimo nivel de intercambios que se precisan y la importante repercusión que representa la tecnología para la rentabilidad del terminal.

## 1.2 INFLUENCIA DEL EQUIPAMIENTO DENTRO DEL TRANSPORTE DE CONTENEDORES

Con el crecimiento del comercio mundial, el mayor volumen de carga marítima y la existencia de barcos modernos de mayor tamaño, la capacidad operativa de muchos puertos ha quedado obsoleta.

En el Perú, el terminal portuario del Callao tenía una de las tarifas más altas a nivel de Latinoamérica. La tarifa a la carga por uso de muelle en contenedores era de entre 25% y 40% superior a la misma en Chile, Ecuador y Colombia, una de las principales razones de los costos altos es la baja eficiencia del puerto.

En el puerto del Callao, debido a la falta de grúas pórtico en el puerto y a la necesidad de trabajar con las de las naves, el ratio de productividad era sumamente baja: 12 movimientos de contenedores por hora vs 60 o más en otros puertos de la región.

Mientras en Puerto Limón cuesta US\$54 la estadía de la nave medida en términos de TEU movilizado; en Callao cuesta US\$78. Mientras en Puerto Limón cuesta US\$66 la movilización de un contenedor de 20 pies; en Callao cuesta US\$105. Mientras la empresa administradora del puerto de Buenos Aires cobra US\$35 por contenedor a los distintos usuarios; en Callao ENAPU cobra US\$92. Esto se muestra en el cuadro 1.3.

**Cuadro 1.3: Tarifas comparativas de Servicios portuarios a nivel regional**

TARIFAS COMPARATIVAS DE SERVICIOS PORTUARIOS A NIVEL REGIONAL					
Tipo de Costo	¿Quién paga?	Costos			
		Perú (Callao)	Limón (Costa Rica)	Buenos Aires	Cartagena
Estadía de nave 1/	Nave	78	54	-	68
TEU movilizado 2/	Usuario final	105	66	83	-
Cobos empresa portuaria	Todos los usuarios	92	47	35	-

1/En términos de TEU movilizado

2/ Excluye surcharges. Exclusivamente operación portuaria

**Fuente: Estudio de los Costos y Sobrecostos Portuarios del Puerto del Callao**

Con esta productividad el tiempo promedio de carga/descarga de un buque es de 21.5 horas. Es claro el hecho de que la baja productividad es atribuible a la no existencia de grúas pórtico, según el Estudio de los Costos y sobrecostos portuarios del puerto del Callao, elaborado para el proyecto CRECER, esto equivale a un sobrecosto por nave de US\$17.6 mil y a un sobrecosto total anual de US\$18 millones.

En general, en toda América Latina, se evidenciaba la tendencia hacia un rápido crecimiento con pronóstico de superar el millón de TEU's al año. Sin embargo la carencia de Grúas Pórtico de Muelle para el servicio a contenedores, era una gran limitante. En el cuadro 1.4 se muestra el crecimiento experimentado en el tráfico de contenedores embarcados y desembarcados de 20', en la comunidad andina, entre el año 2000-2006.

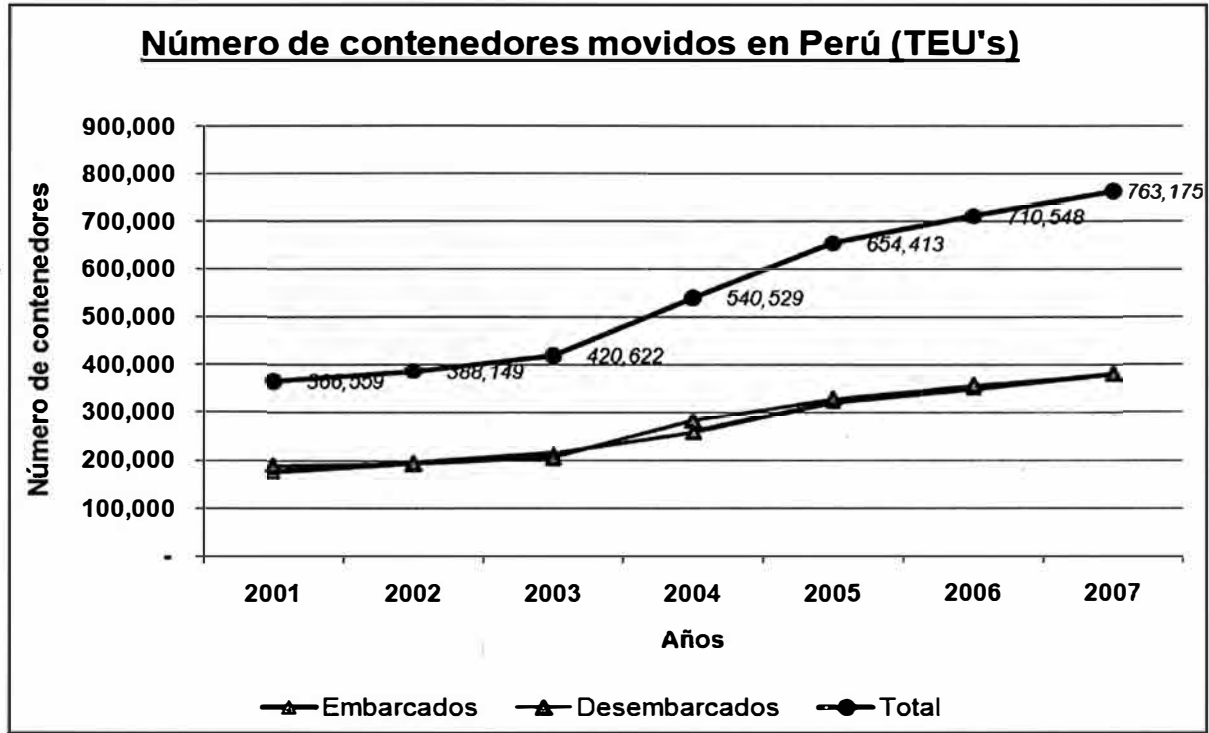
**Cuadro 1.4: Número de contenedores embarcados y desembarcados (TEU)**

<b>COMUNIDAD ANDINA Y ESPAÑA</b>						
<b>NÚMERO DE CONTENEDORES DE 20 PIES Y MAS EMBARCADOS</b>						
<b>(Número de contenedores)</b>						
<b>Año</b>	<b>España</b>	<b>Países de la Comunidad Andina</b>				
		<b>Total</b>	<b>Bolivia</b>	<b>Colombia</b>	<b>Ecuador</b>	<b>Perú</b>
2000	2 392 385	<b>447 284</b>	...	163 653	120 398	163 233
2001	2 586 212	<b>655 984</b>	...	344 358	134 243	177 383
2002	2 784 323	<b>557 568</b>	...	217 206	145 979	194 383
2003	3 074 381	<b>597 775</b>	...	229 339	153 051	215 385
2004	3 374 592	<b>698 675</b>	...	274 185	166 132	258 358
2005	3 664 097	<b>817 626</b>	...	307 938	185 705	323 983
2006	4 003 344	<b>888 178</b>	...	343 662 p/	192 506	352 010
2007	4 329 749	<b>987 128</b>	...	408 346 p/	197 135	381 647
<b>COMUNIDAD ANDINA Y ESPAÑA</b>						
<b>NÚMERO DE CONTENEDORES DE 20 PIES Y MAS DESEMBARCADOS</b>						
<b>(Número de contenedores)</b>						
<b>Año</b>	<b>España</b>	<b>Países de la Comunidad Andina</b>				
		<b>Total</b>	<b>Bolivia</b>	<b>Colombia</b>	<b>Ecuador</b>	<b>Perú</b>
2000	2 485 194	<b>472 257</b>	...	171 008	140 242	161 007
2001	2 613 678	<b>743 592</b>	...	400 358	154 058	189 176
2002	2 786 654	<b>577 598</b>	...	229 346	154 486	193 766
2003	3 096 547	<b>604 316</b>	...	237 970	161 109	205 237
2004	3 396 922	<b>734 703</b>	...	276 956	175 576	282 171
2005	3 735 637	<b>832 297</b>	...	310 759	191 108	330 430
2006	4 037 630	<b>934 854</b>	...	370 756	205 560	358 538
2007	4 362 889	<b>1 004 991</b>	...	418 332	205 131	381 528
(...) No disponible						
p/ Cifras preliminares						
Fuente: SGCAN, Países Miembros y Puertos del Estado de España.						
Elaboración: Comunidad Andina, Secretaría General, Proyecto Estadística						

**Fuente: Boletín estadístico de la Comunidad Andina SG382**

De estos datos se obtiene el gráfico 1.2, donde se observa la curva de crecimiento experimentado en el Perú.

Figura 1.2: Contenedores embarcados y desembarcados en el Perú



La tendencia en el transporte marítimo en contenedores en la Región se orienta al tráfico de naves tipo Panamax, como efecto del crecimiento de las economías a nivel global. Avizorándose el progresivo desplazamiento de las naves de primera y segunda generación hacia puertos de menor movimiento de mercancías.

Para recibir estas naves se debe alcanzar niveles tecnológicos comparados con importantes puertos del mundo, dotándolo del equipamiento necesario para elevar su eficiencia y competitividad y así justificar la inversión en la adquisición de **Grúas Pórtico de Muelle** para atender naves tipo Panamax, tomando como referencia un rendimiento de 30 TEU's/hora/grúa para descargar o embarcar 720 TEU's en 12 horas de operación con dos Grúas Pórtico de Muelle para la atención de una nave. A su vez permitirá el ingreso de naves modernas de mayor tamaño y reducirá el tiempo de estadía actual hasta en un 60%.

Solo así se podrá enfrentar de manera airosa el fenómeno mundial de globalización reflejada en la actividad portuaria del país, con una creciente demanda de servicios con la exigencia de calidad y tarifas competitivas en la cadena logística, tanto en el transporte como en la distribución de las



mercaderías, destacando que más del 90% del comercio exterior peruano se realiza por vía marítima utilizando naves de alto bordo.

En los últimos años el Perú ha logrado un avance significativo en la estabilización de la economía y en la implementación de reformas estructurales que ayudaron a impulsar su crecimiento económico, las proyecciones económicas anuncian que aumentará la participación del comercio exterior en el Producto Bruto Interno (PBI), es decir la exportación más la importación, como porcentaje del Producto Bruto Interno (PBI) aumentará progresivamente. Este cambio se refleja en un significativo crecimiento del volumen de movimiento de carga por los puertos, que como se ha visto, son las principales vías por donde se canaliza el comercio exterior, esto además se refleja en la tendencia creciente del volumen de carga que moviliza ENAPU S.A.

### **1.3 PERFIL DEL PROYECTO**

Una vez visto el desarrollo que el transporte de contenedores ha tenido en las últimas décadas, y comprendiendo que los países deben invertir en infraestructura y equipamiento portuario, se presentó un proyecto para el puerto Salaverry, denominado "Mejoramiento del Servicio de Atraque y Manipulación de Contenedores destinados a la Exportación e Importación en el Puerto de Salaverry, Distrito de Salaverry, Provincia de Trujillo, Departamento de la Libertad", el cual tiene por objetivo preparar la infraestructura y equipamiento del puerto para recibir 60 mil contenedores (35 mil llenos y 25 mil vacíos) de 2TEU incrementado a un 5% de crecimiento anual durante un horizonte de 10 años, considerando que se recibirá naves Panamax. Para dicho objetivo se han planteado dos alternativas, que se describe a continuación:

#### **a. Alternativa N° 01**

Esta alternativa contempla la ampliación del muelle N° 1 existente que, actualmente, tiene unas dimensiones de 25m x 225m. Y se ampliará a 57m x 300m. La ampliación de la longitud a 300m. es para que pueda recibir una nave Panamax, y la ampliación del ancho, está considerada para que la nueva estructura reciba la instalación de grúas pórticos. Además está considerado el reforzamiento de la estructura existente.

## b. Alternativa N° 02

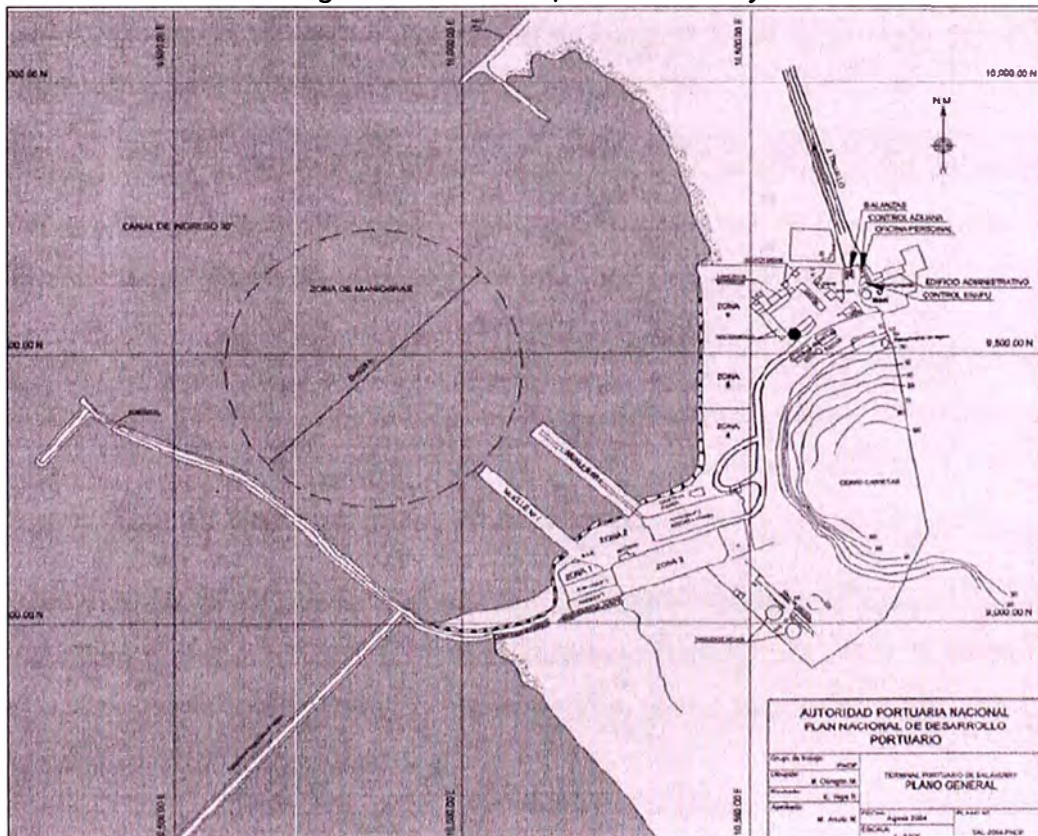
En esta alternativa se considera la ubicación y construcción de un nuevo muelle con capacidad para recibir la demanda proyectada, incluyendo la recepción de naves Panamax.

Ambas alternativas consideran la construcción de un nuevo patio de contenedores de aprox. 40,000 m<sup>2</sup>. Diseñado para apilamiento de 4 contenedores. Así mismo se ha considerado la adquisición de equipamiento que optimice el proceso de manipulación de contenedores.

Debido a la viabilidad del proyecto, reflejada en el perfil desarrollado, se decidió realizar estudios más certeros respecto a los distintos puntos críticos que se manejaran en el proyecto. Tales como la infraestructura, equipamiento e impactos sociales y ambientales que pueda causar el proyecto.

El informe está enfocado al estudio del equipamiento en el proyecto, y tiene como objetivo final recomendar el equipamiento que hará óptimo el sistema portuario y a la vez resulte un proyecto económicamente viable.

Figura 1.3: Vista del puerto Salaverry



Fuente: Página web Pro-inversión

## CAPÍTULO 2 ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN EN MUELLE Y PATIO DE CONTENEDORES

En este capítulo se describe el proceso de carga-descarga y manipulación de contenedores en el T.P.S. y así conocer las necesidades de equipamiento para cada proceso. Los medios y la organización de un puerto tienen como objetivo que el intercambio de contenedores entre el transporte terrestre y marítimo se produzca en las mejores condiciones de rapidez, eficiencia, seguridad, respeto al medio ambiente y economía, para lo cual debe proporcionar una forma eficaz de atender los diferentes ritmos que existen entre la carga/descarga de buques, y la recepción y entrega de las mercancías a los modos de transporte terrestre.

Las operaciones a realizar en una terminal de contenedores son: la carga y descarga, la estiba y desestiba del buque, el transporte interno desde o hasta la zona de almacenamiento, el almacenamiento de los contenedores, los trámites administrativos-aduaneros y la entrega y recepción. Estas operaciones se realizan en cada uno de los diferentes subsistemas del terminal.

El proceso de operación en un puerto se puede analizar de distintas maneras según la bibliografía que se consulte, para el análisis de la operación en el T.P. Salaverry se ha considerado los siguientes subsistemas:

**Subsistema 1:** Carga-descarga de contenedores, el cual se encarga de resolver la interfaz marítima. Tiene asociado una cierta capacidad de transferencia dada inicialmente por las grúas de muelle instaladas allí.

**Subsistema 2:** Almacenamiento de contenedores, que ocupa la mayor parte de la superficie del terminal, cuya disposición y extensión están estrechamente relacionadas, no sólo al tráfico que los otros sistemas reclaman, sino el equipamiento que en este sistema vaya a trabajar.

**Subsistema 3:** El de recepción y entrega terrestre, integrada por las puertas terrestres para camión y ferrocarril, las instalaciones para facilitar la captación del alto volumen de información que en esa zona se requiere y los espacios precisos para realizar la operación.

**Subsistema 4:** Es el que asegura el transporte horizontal de los contenedores entre los subsistemas anteriores. Más que estar vinculado a un espacio físico

concreto, comprende más bien la solución tecnológica adoptada en cada caso para los movimientos físicos y de información que se precisan. En las figuras 2.1 y 2.2, se observan la operación considerada.

Figura 2.1: Subsistemas en un terminal portuario de contenedores - planta

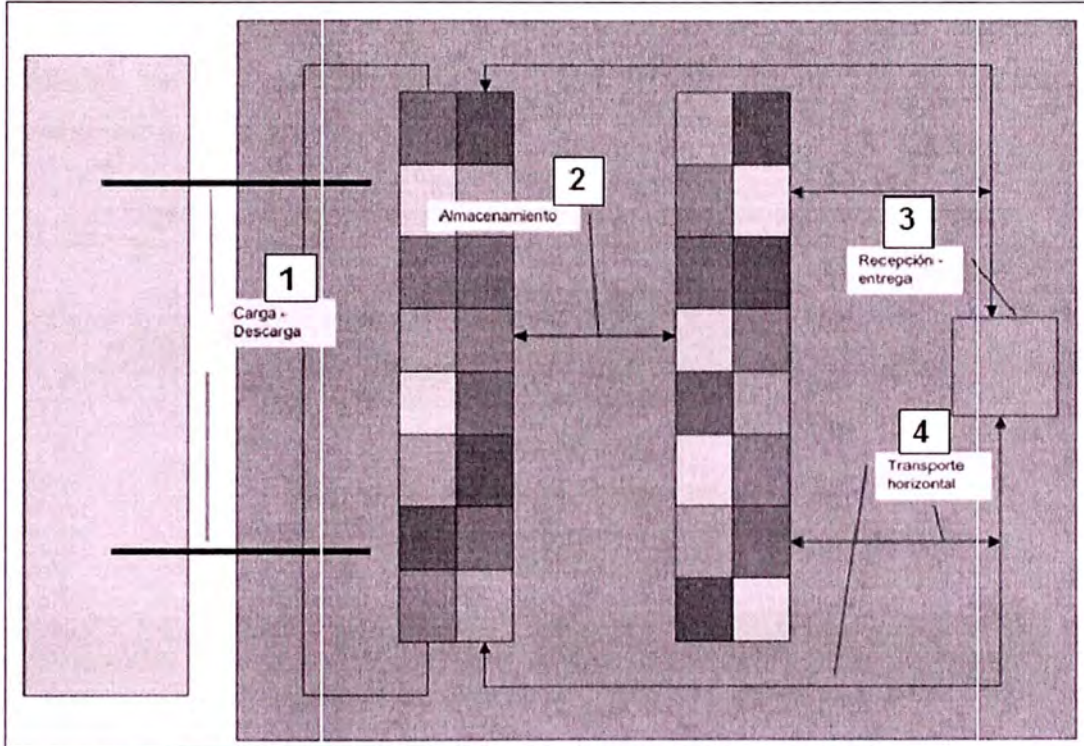
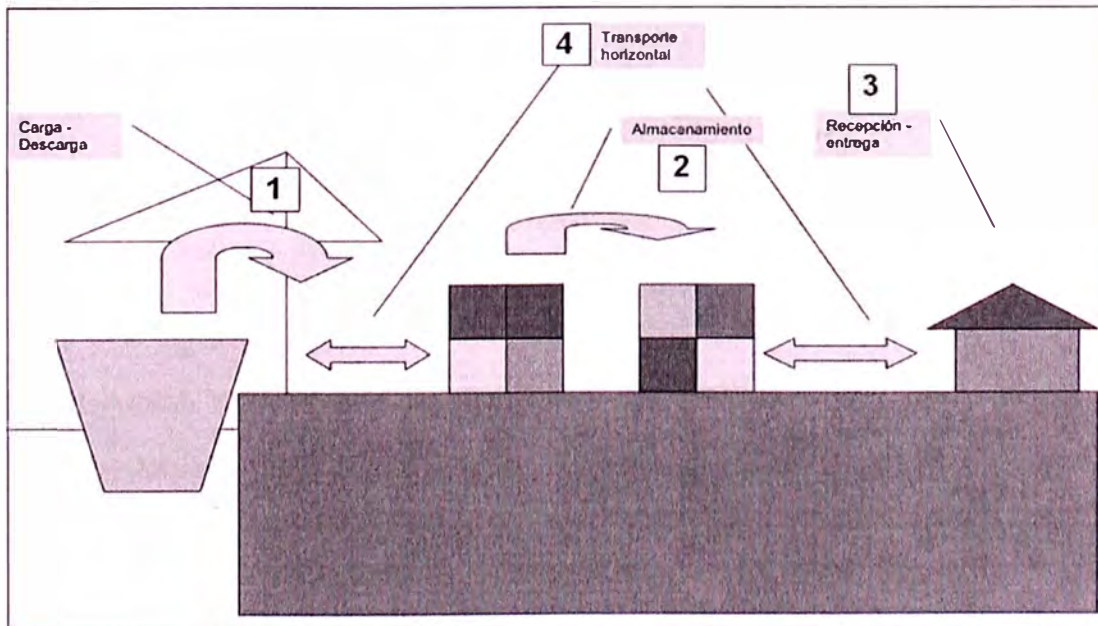


Figura 2.2: Subsistemas en un terminal portuario de contenedores - elevación

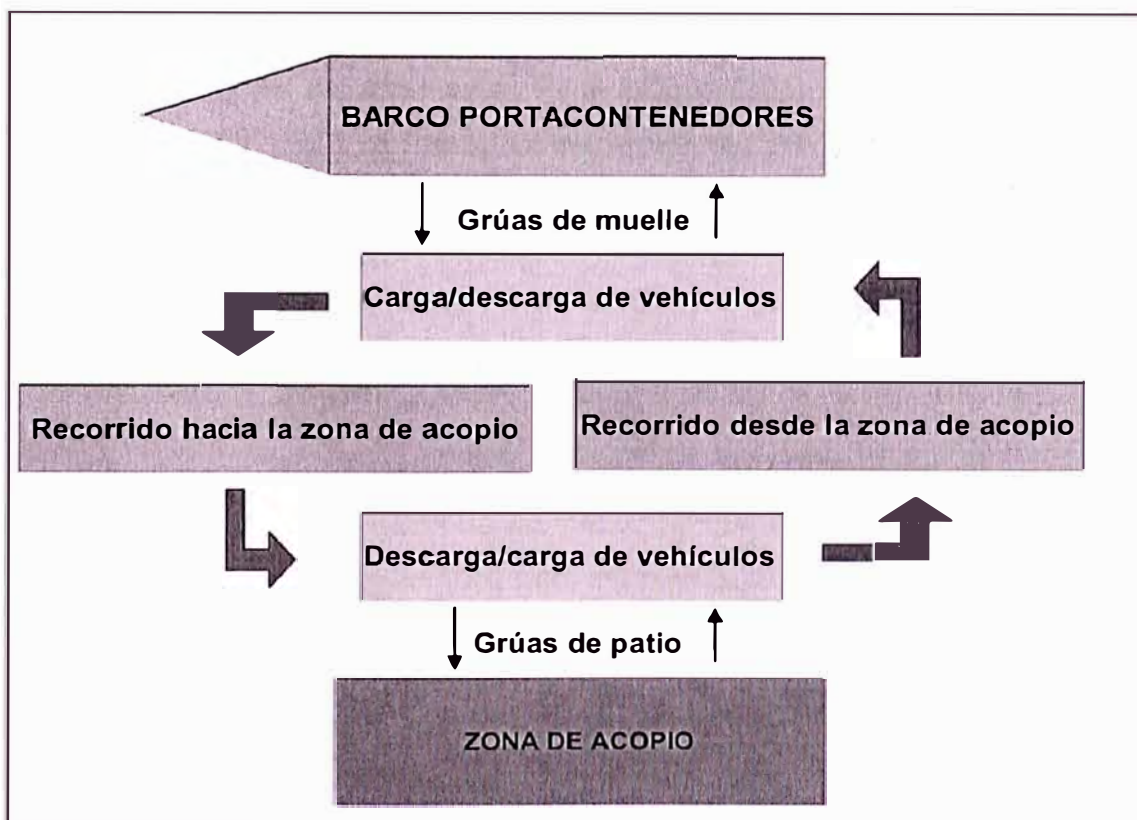


Fuente: Tesis Nicoletta Gonzales Cancelas

A lo anteriormente expuesto hay que añadir zonas adicionales, que complementan la actividad del terminal, como es el área para contenedores refrigerados.

El informe está enfocado a analizar el equipamiento en el T.P.S. solo de las necesidades del muelle y el patio de contenedores, es decir los procesos implicados en los subsistemas 1, 2 y 4. En la figura 2.3 se observa los subsistemas que se analizarán.

Figura 2.3: Subsistema de muelle y patio de contenedores a analizar



Fuente: Tesis Nicoletta Gonzales Cancelas

## 2.1 CARGA Y DESCARGA DE CONTENEDORES

Este subsistema, como encargado de resolver la interfaz marítima, se caracteriza por el predominio del buque, como usuario muy particular, y las consecuencias que ello conlleva. En efecto:

A. Por un lado, la dimensión del buque portacontenedores, siempre creciente desde su aparición, en una progresión que, de momento, no ofrece indicios de

que vaya a detenerse. El aumento de tamaño trae consigo las siguientes necesidades:

- ✓ Necesidad de plantear infraestructuras de obra civil en accesos marítimos (canales de navegación) y atraques (muelles) cada vez mayores y razonablemente holgadas.
- ✓ Necesidad de adquirir medios de carga y descarga (grúas de muelle), cada vez de mayor alcance y rapidez de operación y que conlleven además - necesidades de infraestructura también elevadas.

El objetivo principal del subsistema de la carga-descarga de buques es atender la demanda de carga y descarga de contenedores con rapidez y seguridad, de una forma integral, tanto en la atención directa al barco como en lo que respecta a la relación con el medio de distribución de cargas con el resto del terminal. La eficiencia con que se lleve a cabo esta misión va a depender de variables como:

- ✓ El tamaño, la velocidad, la resistencia y el número de grúas de que se dispongan.
- ✓ El grado de automatización de las grúas así como el tipo de carro utilizado y el número de operarios necesarios para manejarla.
- ✓ Los sistemas de comunicación desarrollados con el resto del terminal
- ✓ El nivel de capacitación de los recursos humanos implicados en la operación.
- ✓ La exactitud de la información suministrada por el consignatario, en lo que a la llegada y demás datos del buque se refiere, así como la mercancía a embarcar y desembarcar.
- ✓ La anchura y longitud del muelle.
- ✓ El tipo de tráfico que acoja el terminal, distinguiendo entre terminal pública con muchos clientes y terminal privada con uno sólo o pocos clientes.

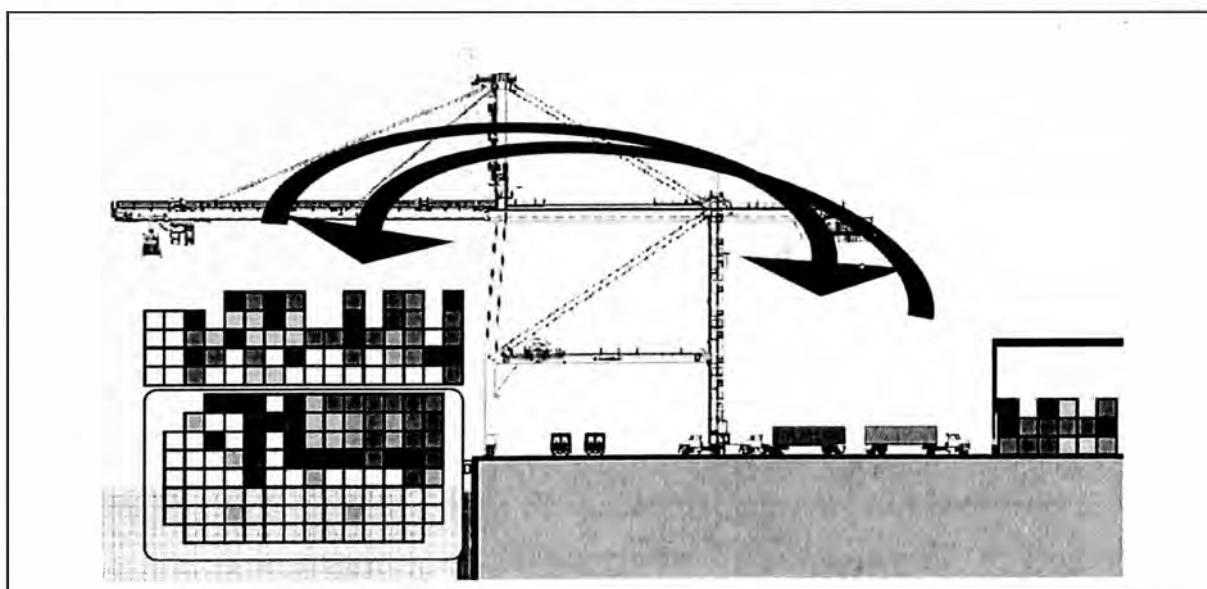
B. Las grúas del muelle juegan un papel vital en este proceso. El movimiento incesante de mercancías que se produce en el barco hacia el patio del terminal y

en sentido inverso debe realizarse de forma fluida, de tal forma que no se originen cuellos de botella. Un punto de singular importancia es el muelle, donde las grúas deben resolver el problema de la carga y descarga del buque para que sea constante y efectivo, y no se produzca ninguna alteración que pueda repercutir negativamente en el terminal como sistema.

Con objeto de aumentar la productividad de las grúas en la actualidad se está aumentando gradualmente la automatización. Se puede destacar el desarrollo de varios sistemas, como el 'double trolley' y twin-lift, los cuales ya se explicaran en el siguiente capítulo.

En la figura 2.4, se observa la iteración entre la grúa de muelle y la nave.

Figura 2.4: Subsistema de carga/descarga



Fuente: Análisis del Proyecto de Ingeniería - frentes de Atraque Puerto San Antonio

## 2.2 TRANSPORTE HORIZONTAL Y ALMACENAMIENTO EN PATIO DE CONTENEDORES

Se presenta los siguientes cuadros, para conocer cuál es la magnitud de almacenamiento que requiere el proyecto en el puerto de Salaverry.

Cuadro 2.1: Demanda actual y proyectada

DATOS	LLENOS	VACIOS	TOTAL
AÑO 2010	35,000	25,000	60,000
AÑO 2022	62,855	44,896	107,751

De esto, se tiene que la capacidad de almacenamiento por día para cada tipo de contenedor es como muestra el cuadro 2.2:

**Cuadro 2.2: Capacidad de almacenamiento requerida**

<b>Numero requerido de espacios para FTU's</b>		
<b>Tipo de FTU's</b>	<b>días</b>	<b>Capacidad (*)</b>
Contenedores llenos	10	1190 cont.
Contenedores refrigerados	10	510 cont.
Contenedores vacíos	5	600 cont.
<b>Contenedores vacíos</b>	<b>-</b>	<b>2300 cont.</b>

(\*) Cálculo en base a Anexo A

El área requerida para el almacenamiento de esta cantidad de contenedores dependerá del equipo que se elija, para ello se debe calcular una eficiente superficie de almacenamiento y los equipos que la atenderá. Para la selección de este equipamiento interviene múltiples factores. Por ejemplo, la disponibilidad de espacio no siempre es la misma y el costo del suelo puede alcanzar valores elevados, y peor aún puede no contarse con espacio suficiente. Esto ha obligado a incrementar la altura de apilado de los contenedores en el patio, y por tanto a disponer explanadas con elevada carga admisible, limitando los equipos que se pueden utilizar.

El patio de almacenamiento en el terminal será dividido en áreas rectangulares llamadas bloques. Los bloques tendrán líneas para almacenar los contenedores en pilas o columnas. Cada línea normalmente consiste en contenedores de 20 pies unidos, para almacenar contenedores de 40pies se emplean dos espacios.

Los sistemas de manipulación para el transporte horizontal y almacenamiento son esencialmente cinco:

- a. Sistema de Plataformas de camión o terminal tractor
- b. Sistema de Carretillas elevadoras (reach-stacker, fork lift, etc.)
- c. Sistema de Straddle-carrier;
- d. Sistema Rubber Tirad Gantry-crane (RTG)
- e. Sistema rail mounted gantry-crane (RMG)

Para el transporte de contenedores entre el muelle y el patio se hará con unidades de terminal tractor. Dichas unidades operan en el sentido de las



manecillas del reloj, es decir, se desplazarán por las pilas de contenedores en dirección de este a oeste, y por el lado del muelle de oeste a este.

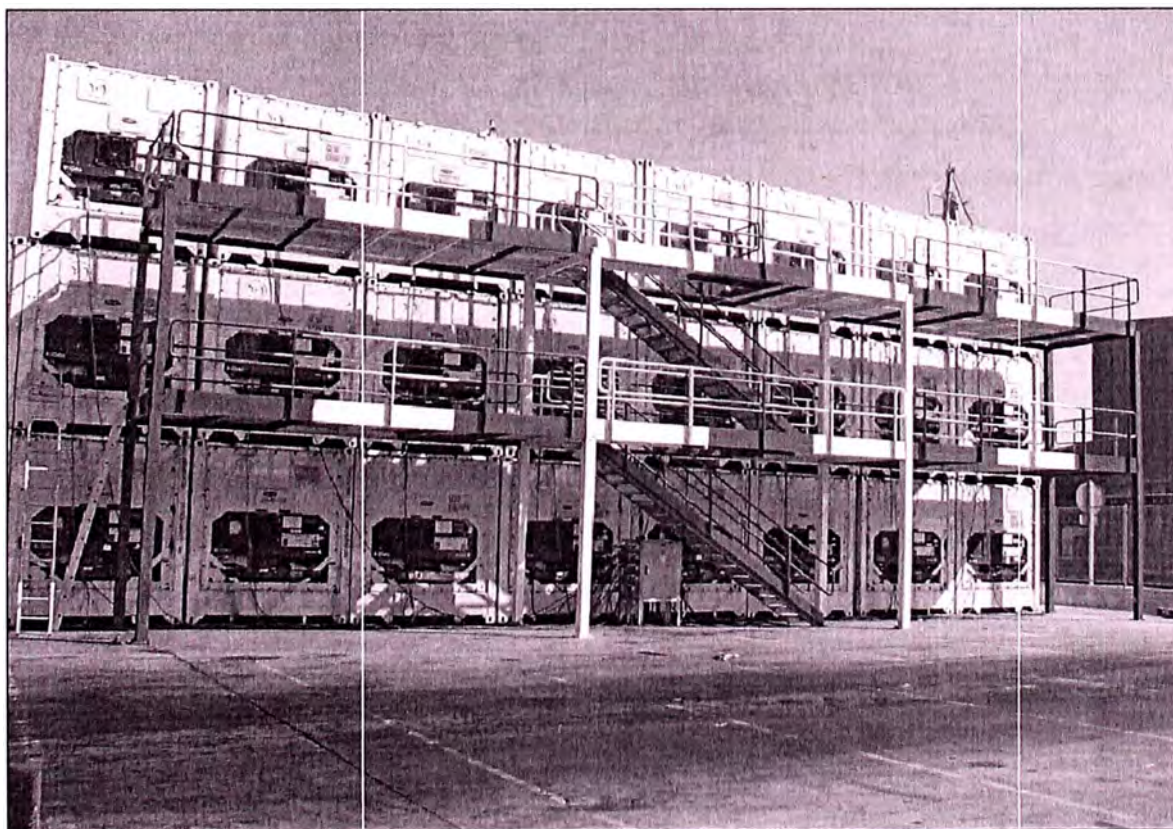
### 1.1.1 Almacenamiento de contenedores refrigerados

Del cuadro 2.2, se necesita un espacio para 510 contenedores refrigerados lo que precisa de la disposición de unas zonas de almacenamiento singulares, que dispongan de las conexiones eléctricas necesarias para que estos contenedores puedan mantener la cadena de frío.

Los contenedores refrigerados se deberán apilar en un máximo de 4 unidades, y se puede acomodar en filas de 7 de ancho de contenedores de 40 pies.

En la figura 2.5 se observa las conexiones eléctricas necesarias para la estructura metálica para contenedores refrigerados.

Figura 2.5: Patio de almacenamiento



Fuente: Terminal portuario el Callao

## **CAPÍTULO 3 : DESCRIPCION DE EQUIPOS PORTUARIOS**

### **3.1 EQUIPOS PARA LA CARGA Y DESCARGA (STS)**

Entre los equipos para la carga y descarga de la nave al muelle (STS- Ship to Shore) el sistema especializado para descarga de contenedores, por lo tanto el más eficiente son las grúas pórtico.

#### **3.1.1 Grúas pórtico**

Es una grúa pórtico montada sobre carriles, diseñada para realizar las maniobras de carga y descarga de contenedores de barco a muelle y viceversa. Su importancia radica en:

- Precisión. Absoluto control en la manipulación de la mercancía.
- Velocidad. Rapidez para cargar y descargar.
- Sencillez. En el control de manejo de los contenedores.

Este tipo de grúa estará preparada para realizar las siguientes operaciones:

- Traslado de contenedores desde la cubierta o bodega del barco al muelle y viceversa.
- Desplazarse a lo largo de su camino de rodadura.
- Desplazar el carro con o sin carga
- Elevar o descender la pluma estando detenidos los demás movimientos
- Adaptar el tamaño del spreader a las distintas medidas

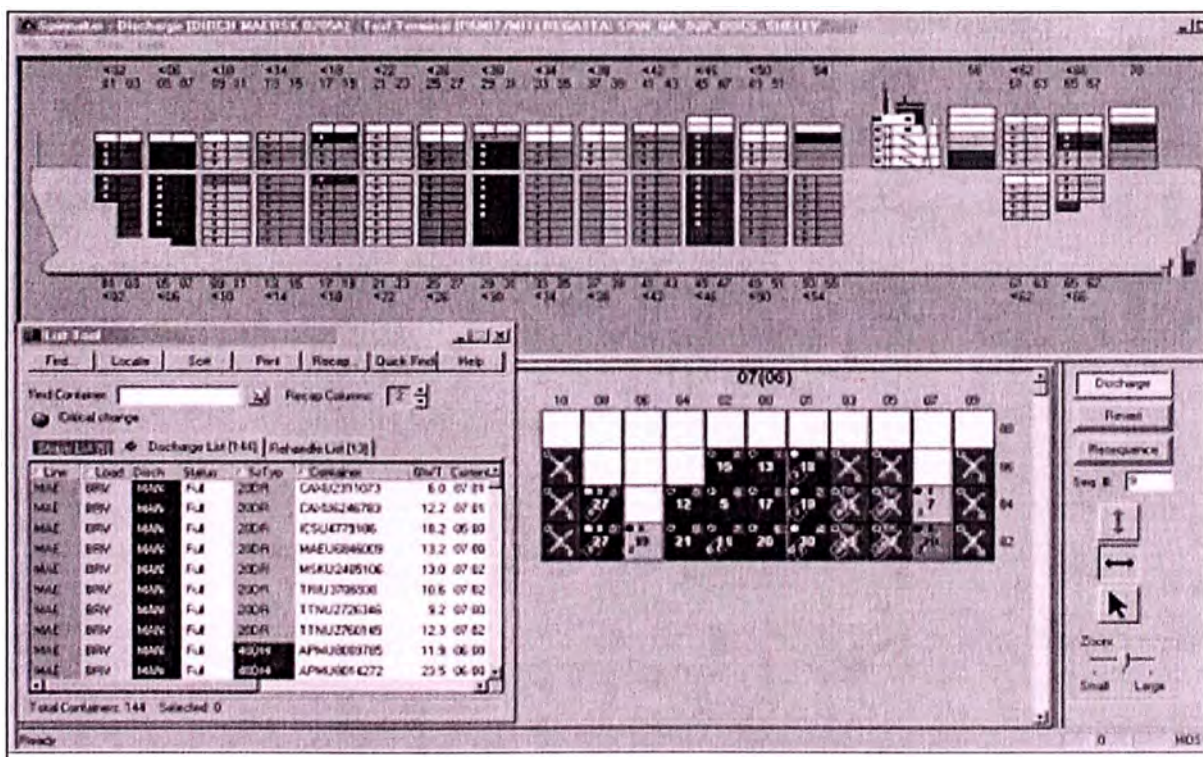
Todas las operaciones se controlan desde la cabina de control la cual está unida al carro, y se mueve solidariamente con él mismo y con la carga, proporcionando al operador una buena visión de la carga en todo momento. El sillón del gruista es ajustable y proporciona acceso a todos los controles de mando de grúa y spreader sin necesidad de levantarse, por medio de dos pupitres de mando situados ambos lados del sillón. Todo ello garantiza el manejo y control total de la grúa y que se consiga mediante un único operario.

Además existe un circuito cerrado de video, que mediante un conjunto de cámaras garantizan la máxima visibilidad del operario con monitores en la propia cabina.

La cabina de control, la caseta de maquinaria, así como todas las partes que precisen del servicio de mantenimiento periódico, deben estar dotadas con accesos seguros según las normas de seguridad vigentes.

Las grúas pórtico STS son manejadas de forma semiautomática por un conductor desde una cabina situada sobre el trole, a unos 50 metros de altura sobre el muelle, cuentan con un sistema de guiado semiautomático para la selección del contenedor a movilizar. Se puede observar esto en la Figura 3.1.

Figura 3.1: Vista del software de control carga/descarga



Fuente: Publicación UNICAN-Bloque 15-Contenedores

Como ejemplos del más alto nivel de estas grúas se tiene el puerto de Rotterdam que cuenta con 3 grúas con una pluma de 67.5 metros. Fabricada por ZPMC (Zhenhua Port Machinery Co), que es la misma empresa que trajo las grúas al puerto del Callao.

En Australia, P&O tiene las grúas más rápidas del mundo. Las velocidades de elevación del spreader cargado y descargado son 150 – 210 m/min. En Manzanillo, Méjico, existen dos grúas con trolleys que viajan a 240 m/min.

### Características

Este tipo de grúa suele pesar de 1,500 a 2,200 toneladas y hace entre 35 y 50 movimientos por hora en teoría. Cada movimiento desplaza de 1 a 4 contenedores entre el barco y el muelle, dependiendo del equipo elegido.

El tipo y tamaño de la grúa de muelle vienen condicionadas por el ancho de contenedores de los buques que deben cargar/descargar, el ancho entre patas de las grúas de muelle condiciona a su vez la ordenación del patio.

Se puede mencionar los siguientes tipos de grúas:

1. Panamax: Una grúa Panamax puede manipular contenedores en buques hasta tamaño Panamax, 12-13 filas de contenedores a lo largo de la manga, hasta 32.5 metros.
2. Post-Panamax: Para Buques Post-Panamax, hasta 18 filas de contenedores.
3. Súper-Post Panamax: Las mayores y más modernas, alcanzan hasta 25 filas de contenedores, aprox. 61 metros e incluso llegan hasta 70 metros.

**Cuadro 3.1: Características típicas de las grúas pórtico**

Capacidad	40 – 120 Ton. Según spreader
Alcance a la nave	30 – 70 metros
Distancia entre Rieles	15 – 70 metros
Alcance al patio	0 – 25 metros

Las velocidades de este tipo de grúas, se observan en el Cuadro 3.2

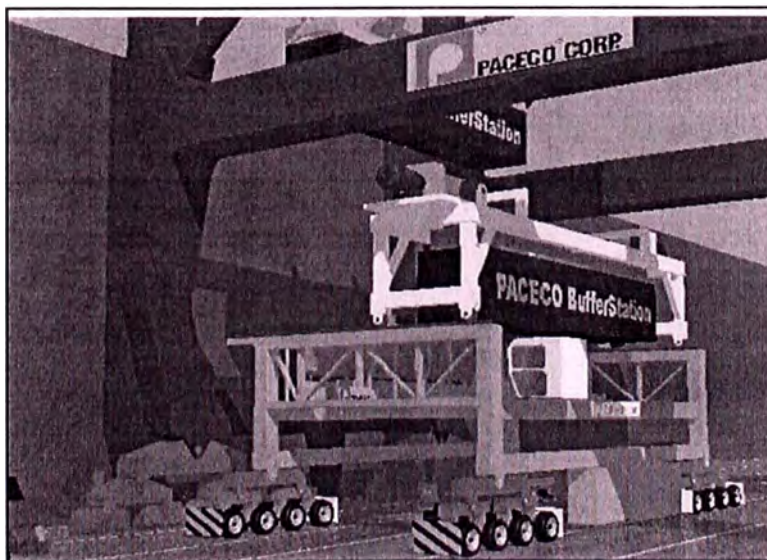
**Cuadro 3.2: Velocidades de grúa pórtico**

MANIOBRA	POST-PANAMAX	SUPER POST -PANAMAX
Elevación del spreader máx. carga m/min	70	80
Elevación spreader vacío m/min	170	180
Velocidad cabina m/min	220	220
Bajada spreader cargado m/min	70	80
Bajada spreader vacío m/min	170	180
QC sobre raíl m/min	45	46

Existen varios sistemas que tienen por objetivo aumentar la productividad de las grúas pórtico y su interacción con los camiones de transporte de contenedores. Entre estos sistemas, se puede mencionar:

a. **Double trolley:** Las grúas que tienen este sistema tienen una plataforma a modo de andamio con espacio para dos contenedores que permite que un movimiento completo desde el barco al muelle sea efectuado en dos partes: una primera entre el punto de enganche en el barco y la plataforma, y la segunda entre ésta y el muelle. La plataforma es un punto de almacenamiento y enganche intermedio, su importancia radica en que el movimiento entre ella y el muelle puede ser automatizado fácilmente, ya que los esfuerzos en automatizar los movimientos entre el punto de enganche en el barco y la plataforma han tenido siempre más dificultad. En la figura 3.2 puede apreciarse su funcionamiento. Estas grúas pueden elevar la productividad en un 50%, pero son entre un 30 y 50% más cara respecto al sistema convencional y hay la posibilidad de requerir de otro gruista.

Figura 3.2: Sistema Double trolley

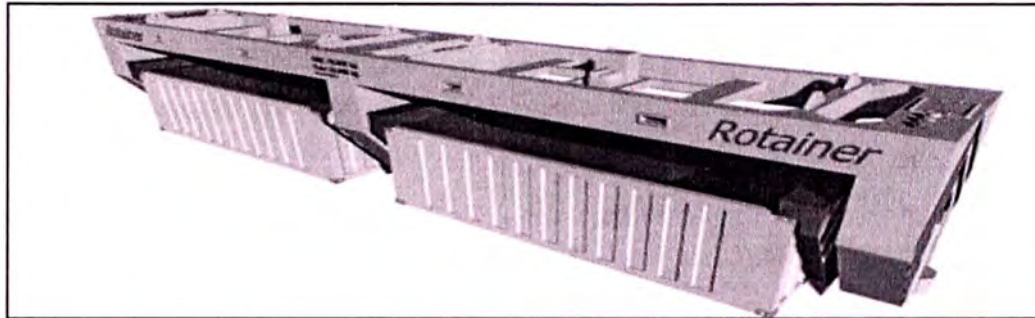


Fuente: Publicación UNICAN-Bloque 15-Contenedores

b. **Twin-lift:** este sistema consiste en realizar la elevación de dos contenedores a la vez mediante el acoplamiento al cabezal de la grúa de un 'spreader' especial con ocho 'twin locks'. Quizás las consideraciones más importantes a tener en cuenta respecto a las operaciones 'twin-lift' como un sistema permanente son las capacidades máximas de elevación de las grúas y las velocidades comparativas

de elevación y desplazamiento horizontal entre el sistema simple y el 'twin'. Para los grandes buques, las posibilidades de efectuar operaciones 'twin-lift' están en general entre el 30 y el 50% de su capacidad total.

Figura 3.3: Sistema Twin-lift



Fuente: Catalogo Rotainer

## 3.2 EQUIPO PARA ALMACENAMIENTO EN PATIO DE CONTENEDORES

### 3.2.1 Grúa RTG

La grúa RTG son grúas pórtico sobre neumáticos (Rubber Tyred Gantry), es un componente imprescindible para una explotación rentable de las terminales de contenedores. Se trata de un elemento seguro, eficiente y preciso. Su sencillo manejo y la disminución en los tiempos de apilamiento hacen de estas grúas un elemento esencial en terminales que pretendan competir por mantenerse en la vanguardia de las nuevas tecnologías.

Se trata de una grúa pórtico móvil sobre neumáticos de caucho que se desplaza a través de pistas de rodadura, obteniendo una gran flexibilidad en sus movimientos dentro del área de almacenamiento de los contenedores. Todas las operaciones de la RTG se controlan desde la cabina del operador sujeta al carro, que se mueve solidariamente con el mismo y con la carga, el sistema de traslación de la máquina está diseñado para trabajar sin carga, para obtener así la máxima rentabilidad del mecanismo de elevación.

Existe la posibilidad de cambiar de pista de rodadura girando las ruedas de la RTG 90° desplazándose hasta una pista paralela. Esto permite que una misma RTG pueda dar servicio a más de una pista de rodadura. Por tal existe la posibilidad de instalar un sistema de detección de proximidad entre grúas, para

impedir eventuales colisiones, para aumentar la seguridad y evitar posibles accidentes entre grúas que trabajen en una misma pista de rodadura.

En los puertos más modernos, las grúas RTG, de forma coordinada con los sistemas de control que posee el terminal, también permiten realizar un auto guiado de las mismas sin necesidad de intervención del operario, utilizando métodos de localización como el GPS o mediante balizas colocadas de forma estratégica a lo largo del terminal.

- Spreader telescópico que maneja contenedores de 20' y 40'. Posibilidad de incluir la opción de elevar dos contenedores de 20' de forma simultánea.
- Capacidad de apilamiento desde 4 alturas hasta 6 alturas de contenedores.
- Apilamiento de contenedores en una misma zona desde 6 hasta 8 líneas.
- La máxima carga a elevar puede variar entre las 40 T y las 60 T.
- Multi-paneles equipados con pantalla táctil a color proporcionan el control y monitorización, tanto en la sala eléctrica como en la cabina del operario de la grúa.

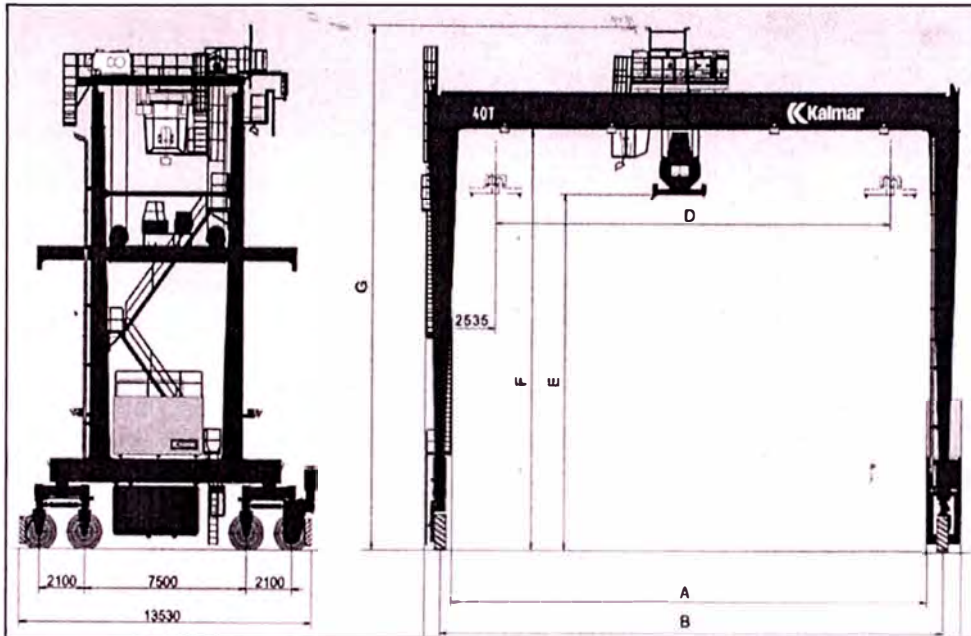
En el cuadro 3.3 se observan algunas características de los RTG.

**Cuadro 3.3: Características de las grúas RTG**

<b>DIMENSIONES Y VELOCIDADES RTG</b>	
Distancia entre ejes rueda	23.09-28,95 m
Libre interior	21.36-27.22 m
Altura bajo spreader	15.24-17.94m
Recorrido del carro	18.20-24.06m
Carga nominal	40 Ton
Spreader	20-40-45 Ft.
Velocidad Elevación a plena carga	15-18 m/min
Velocidad Elevación sin carga	23 m/min
Carro	70 m/min
Pórtico	135 m/min

En la figura 3.4, se puede observar al detalle las grúas pórtico de patio.

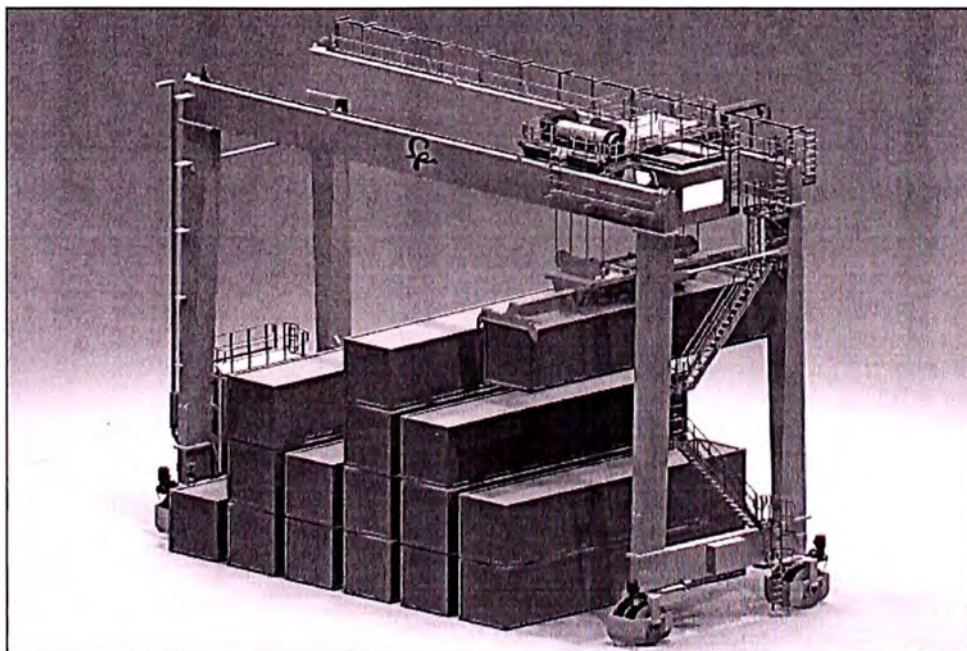
Figura 3.4: Vista de la grúa RTG



Fuente: Catalogo Kalmar

En la figura 3.5, se puede observar la forma de manipulación de un RTG, así como las dimensiones de la grúa RTG en relación con los contenedores. Así como las ruedas que se desplazan por el pavimento sin necesidad de algún riel.

Figura 3.5: Funcionamiento del RTG



Fuente: Página web 'Sistema Ingenieria Global'



### 3.2.2 Grúa RMG

Sus siglas vienen de “Rail-Mounted Gantry crane”, es decir, grúa pórtico montada sobre rieles, es el sistema más empleado en las grandes terminales de contenedores como la de Hong Kong, Singapur, ó Rotterdam. La RMG es muy parecida a la RTG en la operativa, pero las RMG no pueden moverse de un bloque a otro, El pórtico sobre raíles elimina los movimientos innecesarios y permite aprovechar mejor el espacio del suelo en el terminal. La ventaja de los RMG sólo se encuentra en las grandes terminales con elevados volúmenes de manipulación de contenedores y altamente automatizadas, por ejemplo con AGV (vehículos guiados automatizados). Las RMG's tienen 13 calles o espacios entre sus patas y pueden almacenar hasta 6-7 alturas.

El innovador diseño tipo bogie con ruedas alineables garantiza el funcionamiento del desplazamiento del pórtico con un mínimo desgaste de los raíles de la grúa. En el Figura 3.6, se observa el mayor ancho de la grúa RMG capaz de almacenar hasta 13 filas de contenedores.

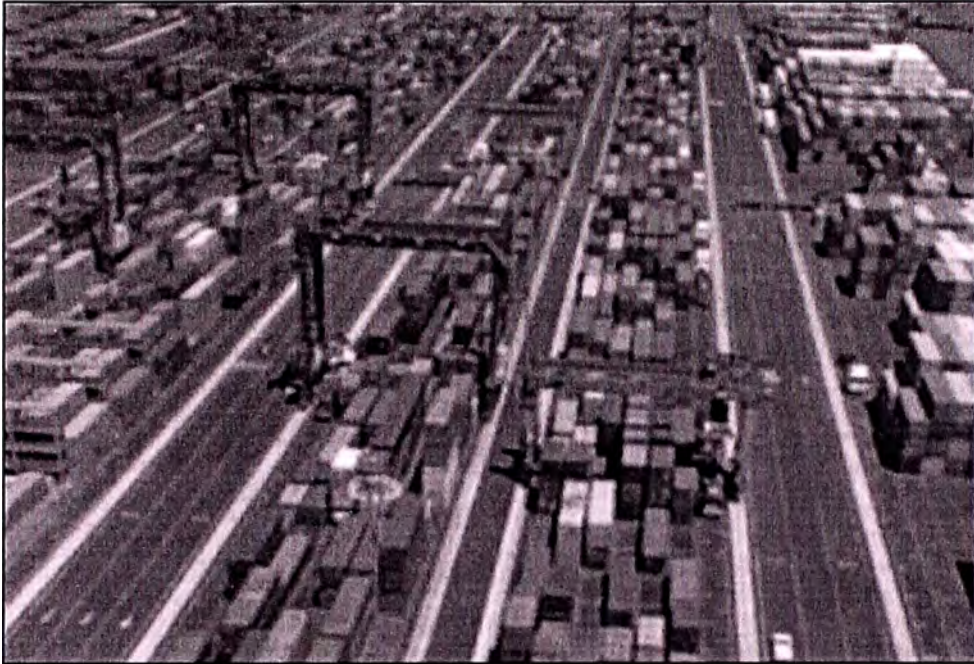
Figura 3.6: Grúas pórtico RMG



Fuente: Foto del puerto Shanghái

En la Figura 3.7, se observa el ordenamiento que se adopta al usar grúas de patio (RTG o RMG)

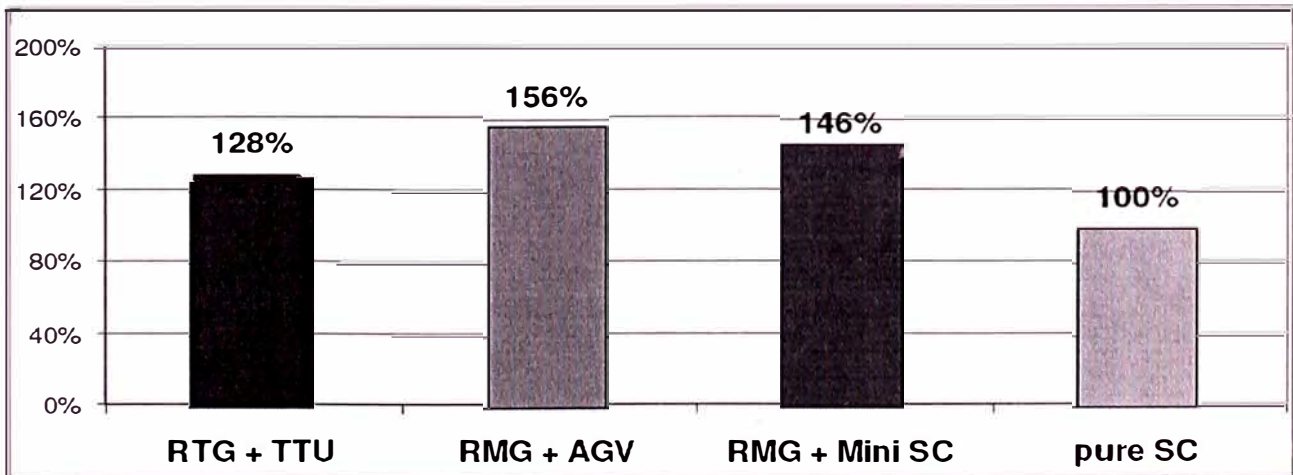
Figura 3.7: Almacenamiento con RTG/RMG



Fuente: Publicación UNICAN-Bloque 15-Contenedores

En la Figura 3.8 se observa la comparación de costos entre ambas grúas de patio.

Figura 3.8 : Inversión total (horizonte a 25 años)



Fuente: Análisis del proyecto del Puerto San Antonio (Chile)

### 3.2.3 Apilador frontal (reach-stacker)

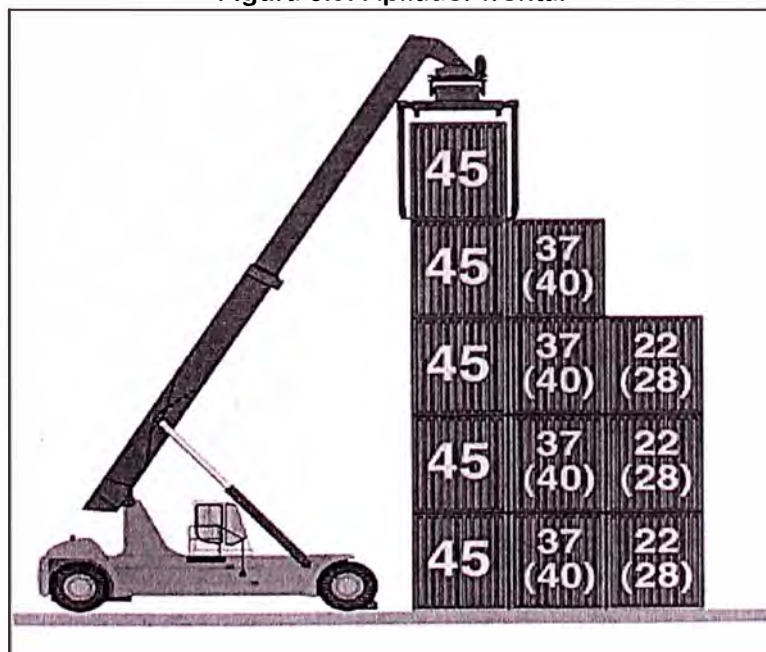
El manejo de contenedores con los apiladores frontales, más conocidos en el idioma portuario como reach-stackers, es una de las más flexibles soluciones para operar en puertos pequeños y de mediano tamaño.

Los apiladores frontales están en uso en varios terminales portuarios. Su uso es una manera muy económica de satisfacer la variedad de la demanda de este tipo de terminales, manejo de una variedad de carga. Si bien es cierto necesitan radios de giro para maniobras de alrededor de 8 metros, su costo es casi 3 veces menor a la de las grúas RTG. Por esta razón es esencial realizar un análisis de las ventajas y desventajas al decidir el equipamiento a utilizar.

Depende mucho de la habilidad de los operadores el obtener las mejores soluciones para las necesidades de manipulación de carga. Estos apiladores pueden ser de gran utilidad en grandes terminales portuarios así como en los de menor capacidad.

El peso propio del equipo varía entre los 60 ton -- 90 ton. Lo que va relacionado directamente a su capacidad de carga. Como se observa en la Figura 3.9 el apilador frontal tendrá una limitación en cuanto a la cantidad de filas a almacenar. Pudiendo esta llegar hasta 3 dependiendo del tipo de apilador que se utilice. Además se observa que el peso nominal que puede cargar depende del lugar de donde sea almacenada la carga. Esto quiere decir que para este tipo de equipo además se deberá tener un buen control de almacenamiento según las características (peso) de los contenedores a apilar.

Figura 3.9: Apilador frontal



Fuente: Página web provisión

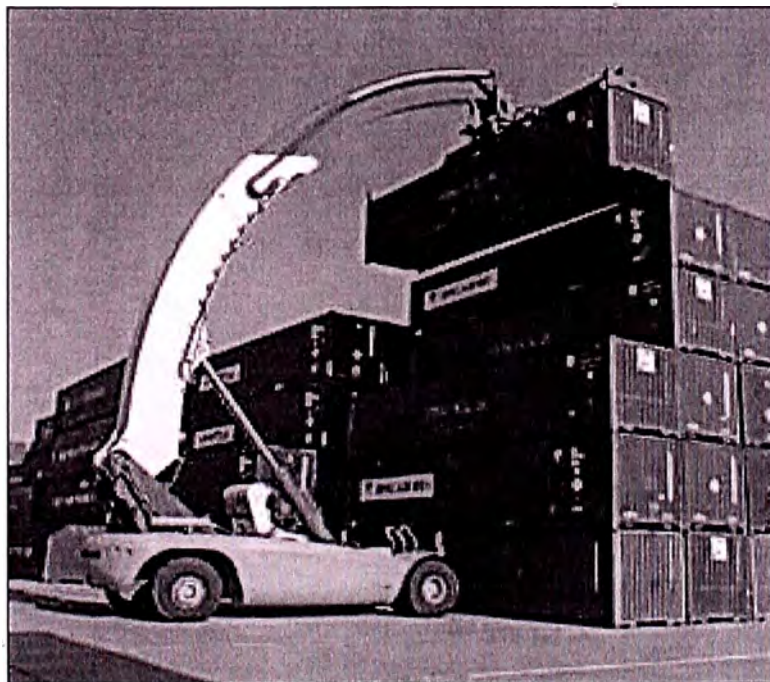
Con su extensa gama de productos, muchos proveedores pueden proporcionar un perfecto manejo de contenedores para todos los requerimientos. Tienen una cabina fácil de manejar, el diseño funcional así como su bajo costo operacional, su alta disponibilidad y apoyo mundial hacen ésta gama de productos muy popular. En el cuadro 3.4, se observa algunas características de estos equipos.

Cuadro 3.4: Características de los apiladores frontales

REACH STACKER	
Capacidad de Elevación (20'-40')	10-42-45 ton
Capacidad de apilación	8 vacíos - 6 llenos
Ruedas	5200-8000 mm
Peso de Servicio	37400-105800 Kg
Motor	diesel, 6 cilindros

En la Figura 3.10, se observa otros diseños de apiladores frontales que se han ido innovando para la mejor manipulación de la carga.

Figura 3.10: Stacker con brazo curvo



Fuente: Catálogo Liebherr LRS 645

#### Funcionalidades principales:

- ✓ Trabajo con spreader de 20 y 40 pies
- ✓ Carga y descarga de camiones

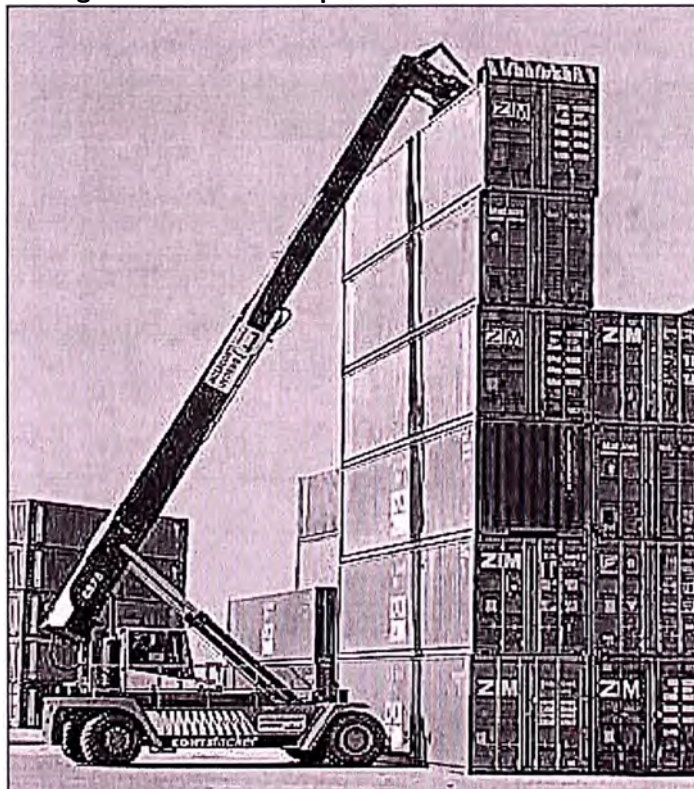
- ✓ Reparto de contenedores por el terminal
- ✓ Completa movilidad del spreader
- ✓ Cambio de marchas automático

### 3.2.4 Apilador para contenedores vacíos (stacker)

Los contenedores se tienen que mover o ser apilados rápida y eficientemente. Los contenedores deben ser apilados altos y muy cerca para explotar al máximo el área disponible de terreno y para su fácil acceso, ya que estos contenedores están almacenados muchos menos días respecto a los contenedores llenos, de 2 a 5 días dependiendo el puerto.

Los stacker para contenedores vacíos, tienen capacidad de alta elevación para apilar fácil y con movilidad en caminos estrechos. En la figura 3.11 se observa el apilamiento realizado con este equipo, su brazo puede extenderse hasta lograr apilar 7 contenedores en filas de 3 de ancho, logrando filas de 6 de ancho a ser manejadas por ambos lados. En esta radica su diferencia con las grúas horquilla (fork lift) que solo puede apilar en dos filas, manejando una por cada lado.

Figura 3.11: Stacker para contenedores vacíos



Fuente: Catalogo Nautic expo

**Cuadro 3.5: Características de stacker para contenedores vacios**

<b>STACKER PARA CONTENEDORES VACIOS</b>	
Capacidad de Carga	7-10 ton
Capacidad de apilar	Hasta 8 contenedores
Pasillo mínimo estiba 90°	13.80-14.00 m cuando se manejan contenedores de 40'
Motor	Diesel

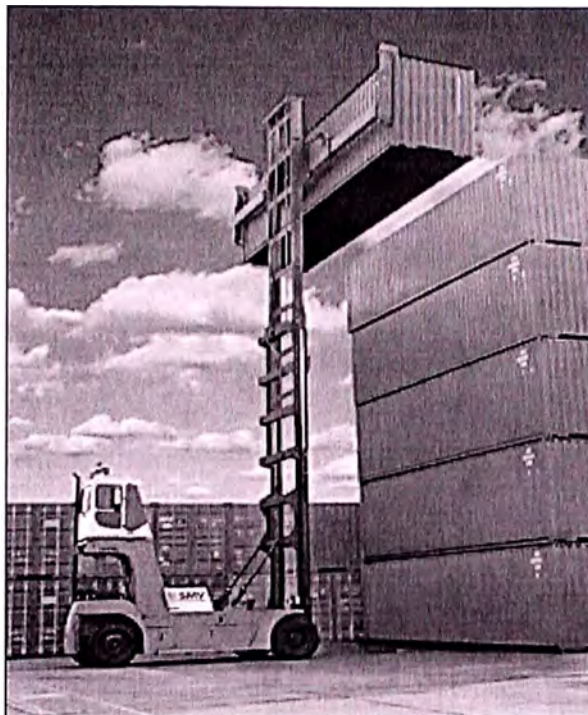
### 3.2.5 Grúa horquilla (Fork lift)

El Fork lift, carretilla elevadora o grúa horquilla son utilizados para movilizar contenedores vacios en el puerto. Son pequeños, y tiene dos barras paralelas (que se manejan con las palancas que hay dentro) delante para coger los objetos y elevarlos en forma vertical. Se usan para apilar contenedores vacios y son más económicos que los stacker para contenedores vacios, este es el motivo de su mayor uso en los terminales portuarios. En el cuadro 3.6 se observa algunas características de este equipo.

**Cuadro 3.6: Características de la grúa horquilla**

<b>GRÚA HORQUILLA</b>	
Capacidad	5-10 ton
Número de contenedores	Hasta 7 contenedores
Longitud de camión (L)	6.900m
Ancho de camión (B)	4.000m
Distancia entre ejes (L3)	4.550m
Radio de giro externo (R1)	6.000m
Peso de servicio	Alrededor de 37 TN

**Figura 3.12: Detalles de la grúa horquilla**



Fuente: Catalogo KONEGRANES

### **3.2.6 Plataforma para contenedores refrigerados (reefer)**

Son estructuras diseñadas para facilitar el acceso y realizar el control de los parámetros (registros de temperatura, conexión y desconexión, manipulación o reparación de la unidad frigorífica, etc.) de los contenedores frigoríficos, sustituyendo a los sistemas portátiles como escalas. La utilización de las plataformas de refrigeración conlleva una mejora productiva, ya que el control se realiza en menor tiempo, y es necesario solamente un operario para ejecutar esta labor. Son plataformas que permiten una manipulación segura y fiable del reefer con menos mano de obra.

Las plataformas para contenedores frigoríficos permiten:

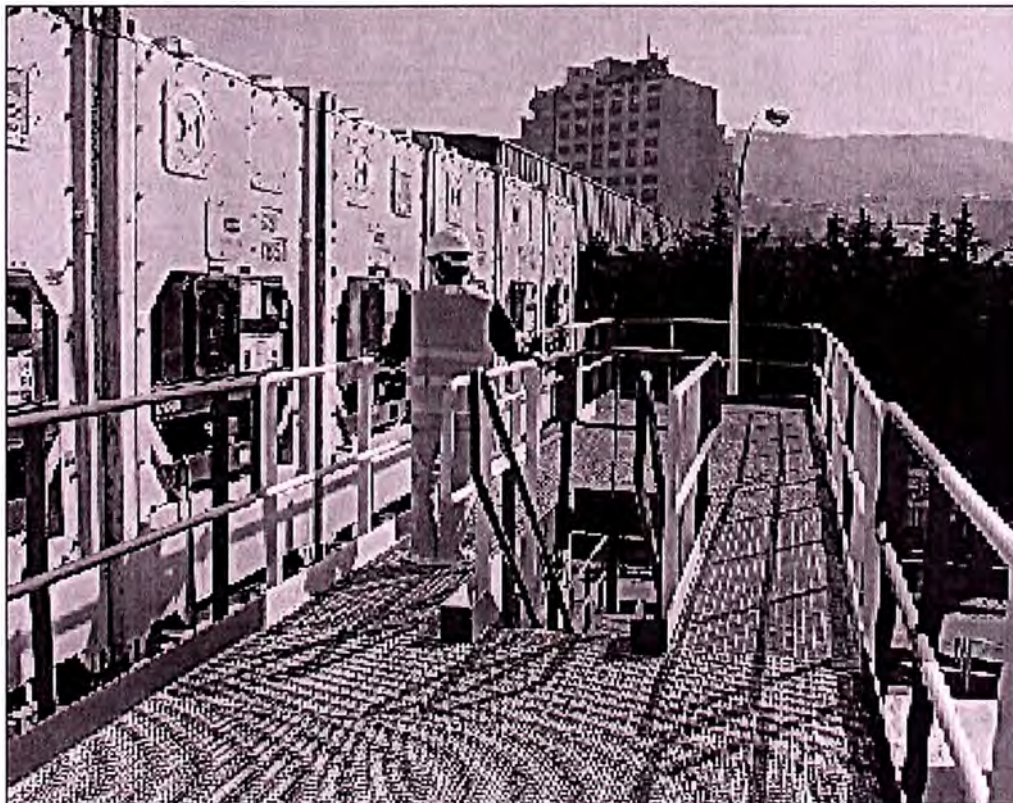
- ✓ Rentabilizar la superficie del terminal.
- ✓ Aumentar la seguridad del personal.
- ✓ Disminución del tiempo necesario en el acceso y control de los contenedores
- ✓ Control realizable por un único operario.
- ✓ Disminución del tiempo necesario para realizar el acceso y control en contenedores de frío.

- ✓ Está calculada para resistir impactos de camiones o contenedores en las maniobras en el terminal, y el empuje de fuertes vientos
- ✓ Son dimensionables según necesidades.

Las plataformas se diseñan adaptándose a las características particulares del cliente, pudiendo ser diseñada para apilamientos de RTG como de van-carrier cambiando las dimensiones de la plataforma para adaptarse al espaciado entre contenedores. Es el complemento ideal para los apilamientos de refeers, al permitir atender contenedores frigoríficos apilados a distintas alturas con comodidad, rapidez y seguridad, además que el espacio ocupado por la plataforma en el terminal es mínimo, rentabilizándose así el terminal al máximo.

El acceso a las distintas alturas se realiza mediante elementos integrados en la propia estructura, entre los que destacan la escalera de gato y la escalera convencional, y todos los elementos exigibles en materia de seguridad: barandillas, rodapiés, señalización de seguridad, etc. Esto se observa en la figura 3.13.

**Figura 3.13: Control de plataforma para contenedores refrigerados**



**Fuente: Foto en el puerto del Callao**



### 3.3 EQUIPO PARA TRANSPORTE HORIZONTAL

#### 3.3.1 Terminal tractor

Para el desplazamiento horizontal de la carga se utilizan el terminal tractor el cual se complementan con chasis portacontenedores. Deben de contar con un fuerte y confiable bastidor, excelente diseño y lo último en tecnología de cabinas, estas tres combinaciones, garantizan máxima productividad para todas las aplicaciones en puertos y terminales.

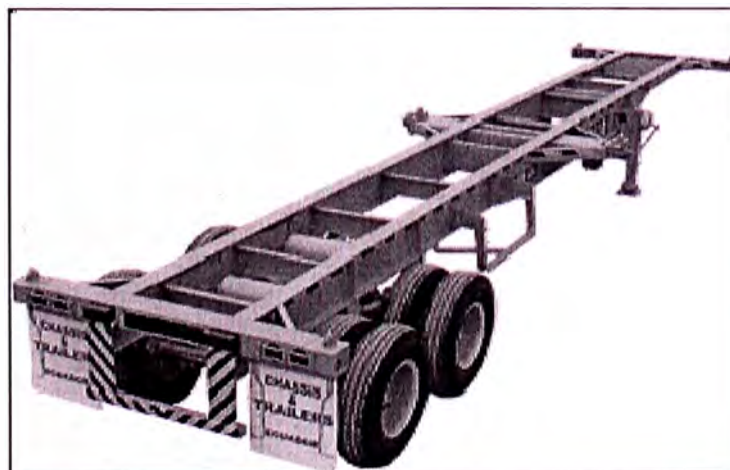
La interacción entre las operaciones de estiba y el patio de operaciones se podrá hacer con una flota de unidades tractor- tráiler. En la figura 3.14 y 3.15 se observa el terminal tractor y el chasis portacontenedores de este equipo.

Figura 3.14: Terminal Tractor



Fuente: Catalogo Kalmar

Figura 3.15: Chasis del terminal tractor



Fuente: Catalogo International Commerce CO

## CAPÍTULO 4 : DETERMINACIÓN DEL EQUIPAMIENTO

Este capítulo tiene como objetivo determinar el tipo y la cantidad de equipos necesarios para la operación fluida del sistema portuario. Para esto es importante conocer cuál de todos los subsistemas del puerto, es el subsistema crítico y basar el análisis en los equipos implicados en este subsistema.

### 4.1 SUBSISTEMA CRÍTICO

Según el sistema de operación y la descripción de los equipos portuarios realizada en los capítulos anteriores, el equipamiento necesario para cada subsistema es como se detalla a continuación:

- ✓ **Subsistema 1:** Carga-descarga de contenedores  
Grúas de muelle (STS)
- ✓ **Subsistema 2:** Almacenamiento de contenedores  
RTG, reach-stacker, grúa horquilla, etc.
- ✓ **Subsistema 4:** Transporte horizontal de los contenedores  
Terminal tractor y plataformas encargados

La interacción de estos subsistemas se da de la misma manera para los contenedores llenos, refrigerados y vacíos. En el T.P.S. el subsistema de transporte de contenedores llenos es el subsistema crítico. En este subsistema se tiene a tres equipos directamente involucrados, que son:

---

### GRUA DE PORTICO – TERMINAL TRACTOR – EQUIPOS DE PATIO

El ritmo de operación del subsistema crítico, puede hacer que la operación portuaria sea eficiente o se convierta en un proceso lento, con tiempos de esperas innecesarios y por consecuencia, pérdidas económicas.

### 4.2 ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS EN EL PATIO DE CONTENEDORES

Dentro del subsistema crítico, una de las decisiones que requiere mayor análisis en el puerto, son los equipos del patio de contenedores. El patio de contenedores ocupa un importante porcentaje del área total del puerto, Para la elección del equipamiento en el patio de contenedores se toma en cuenta los siguientes factores:

- Diferencia de áreas requeridas según equipo
- Costo del terreno y costo de m<sup>2</sup> del pavimento
- Costo de adquisición, mantenimiento y repuestos de equipos según el equipamiento elegido
- Productividad de equipos

El análisis que sigue tendrá como objetivo la elección entre los dos sistemas más utilizados en los puertos modernos: RTG's vs el apilador frontal (Reach-stacker)

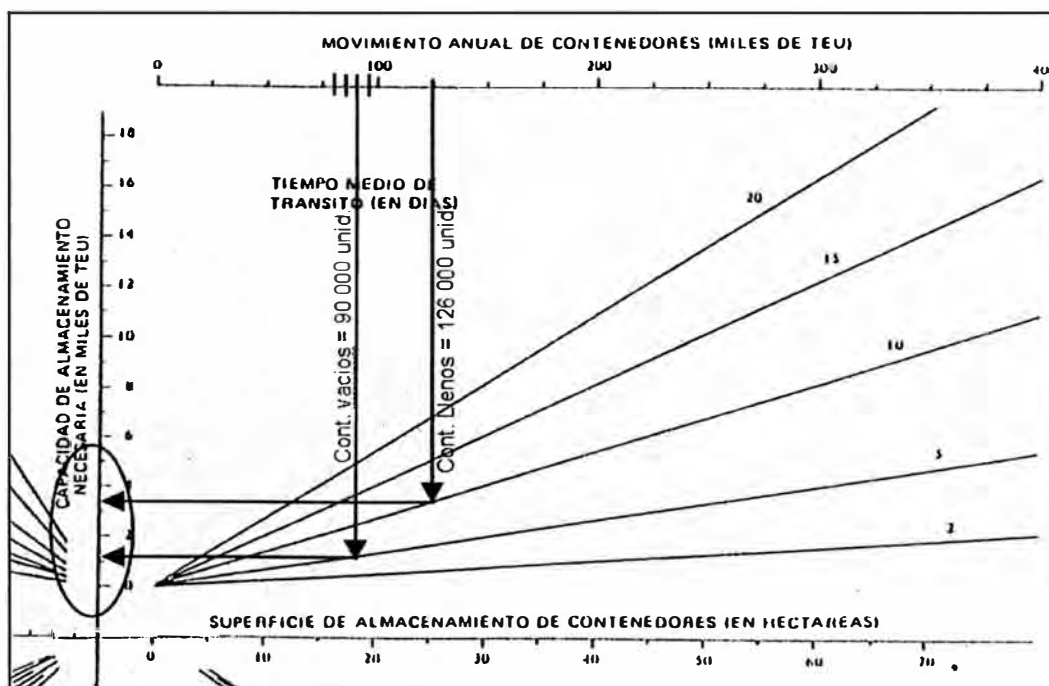
#### 4.2.1 Capacidad de almacenamiento necesaria

En el diagrama de planificación, se ingresan los valores de TEU's por año y los días de almacenamiento en el patio. En el cuadro 4.1 se observa estos datos.

Cuadro 4.1: Datos para Diagrama de planificación

Numero requerido de espacios para FEU's				A ingresar
Tipo de FEU's	Almacenamiento	Proyección 2022	FEU's	TEU's
Contenedores llenos	10	43999	63000	126000
Contenedores refrigerados	10	18856		
Contenedores vacíos	5	44896	45000	90000
<b>Total de contenedores</b>		<b>107751</b>	<b>108000</b>	<b>216000</b>

Figura 4.1: Ingreso de datos en diagrama de planificación



Fuente: Libro de Richard Marí Sagarra – Anexo A

De la figura 4.1, los datos de salida son los que se presenta en el cuadro 4.2. De los contenedores llenos, se han considerado 30% como contenedores refrigerados.

**Cuadro 4.2: Capacidad de almacenamiento necesaria en TEU's**

<b>Del Gráfico (Anexo A)</b>		
<b>Tipo de TEU's</b>	<b>Cantidad de almacenamiento necesaria TEU's (miles)</b>	<b>FEU's</b>
Contenedores llenos	3400	1190 unid
Contenedores refrigerados		510 unid
Contenedores vacíos	1200	600 unid
<b>Total de contenedores</b>	<b>4600</b>	<b>2300 unid</b>

#### 4.2.2 Área requerida para la cantidad de contenedores a almacenar

El área para almacenar 4,600 TEU's o 2,300 FEU's depende directamente del equipo seleccionado.

Según Richard Marí Sagarra [4], se tiene el cuadro 4.3, donde se observa diferencias entre los equipos analizados, el dato más resaltante que se obtiene de este cuadro es la optimización del área.

**Cuadro 4.3: Diferencias entre RTG y apilador frontal**

<b>CONCEPTO</b>	<b>Apilador frontal</b>	<b>RTG</b>
<b>PESO (TON)</b>	35	32
<b>OCUPACION (M2/TEU)</b>	13.92	13.92
<b>COSTE AREA /TEU (\$/MES)</b>	7.464	2.801
<b>OPTIMIZACION</b>	<b>Buena</b> <b>590 TEU/Hect.</b>	<b>Excelente</b> <b>802 TEU/Hect.</b>
<b>COSTES EQUIPO (\$)</b>	536,000	2,010,000
<b>N° OPERADORES</b>	medio	medio/alto
<b>MANTENIMIENTO</b>	medio	bajo
<b>RECLAMACIONES</b>	escasas	escasas
<b>VENTAJAS</b>	Bajo mantenim.	buen control
<b>DESVENTAJAS</b>	selección pobre	alto costo

Libro de Richard Marí Sagarra. El tipo de Cambio de €=1.34\*\$

Para un cálculo más preciso con las consideraciones que se tomaran para el almacenamiento en el terminal portuario Salaverry, se realiza la distribución en planta de los espacios requeridos. En los cuadros 4.4, 4.5, Se calculan los espacios requeridos.

El diagrama en planta se realiza con medidas de TEU's, para una mayor versatilidad de recepción de carga, cuando se necesite apilar FEU's, se utilizan dos bloques de TEU's. El cuadro 4.4, muestra las características de apilamiento considerados según equipo.

**Cuadro 4.4: Tipo de apilamiento según equipo seleccionado**

Equipo		RTG	Apilador Frontal
Tipo de TEU's	TEU's	Apilamiento	Apilamiento
Contenedores llenos	2380	5	5-5-4 = 14 filas
Contenedores refrigerados	1020	4	4
Contenedores vacíos	1200	7	7
<b>Total de contenedores</b>	<b>4600</b>		

Con estos datos, se calcula los espacios en planta que se necesita según el equipo a seleccionar.

$$\text{RTG: Espacios en planta} = \frac{2380}{5} = 476$$

$$\text{Stacker : Espacios en planta} = \frac{2380}{14} \times 3 = 510$$

De la misma manera se cálculo para contenedores refrigerados y vacíos.

**Cuadro 4.5: Cantidad de espacios en planta para contenedores**

Datos para distribuir en el patio de almacenamiento	Cantidad de contenedores según equipo	
	RTG	STACKER
Tipo de TEU's		
Contenedores llenos	476	510
Contenedores refrigerados	255	255
Contenedores vacíos	172	172
<b>Total de contenedores</b>	<b>903</b>	<b>937</b>

El emplantilla de los espacios en planta, se observan en las figuras 4.2 y 4.3. Las cantidades son aproximadas según la distribución en planta.



Figura 4.3: Planta de distribución con equipos Reach-stacker y grúa horquilla

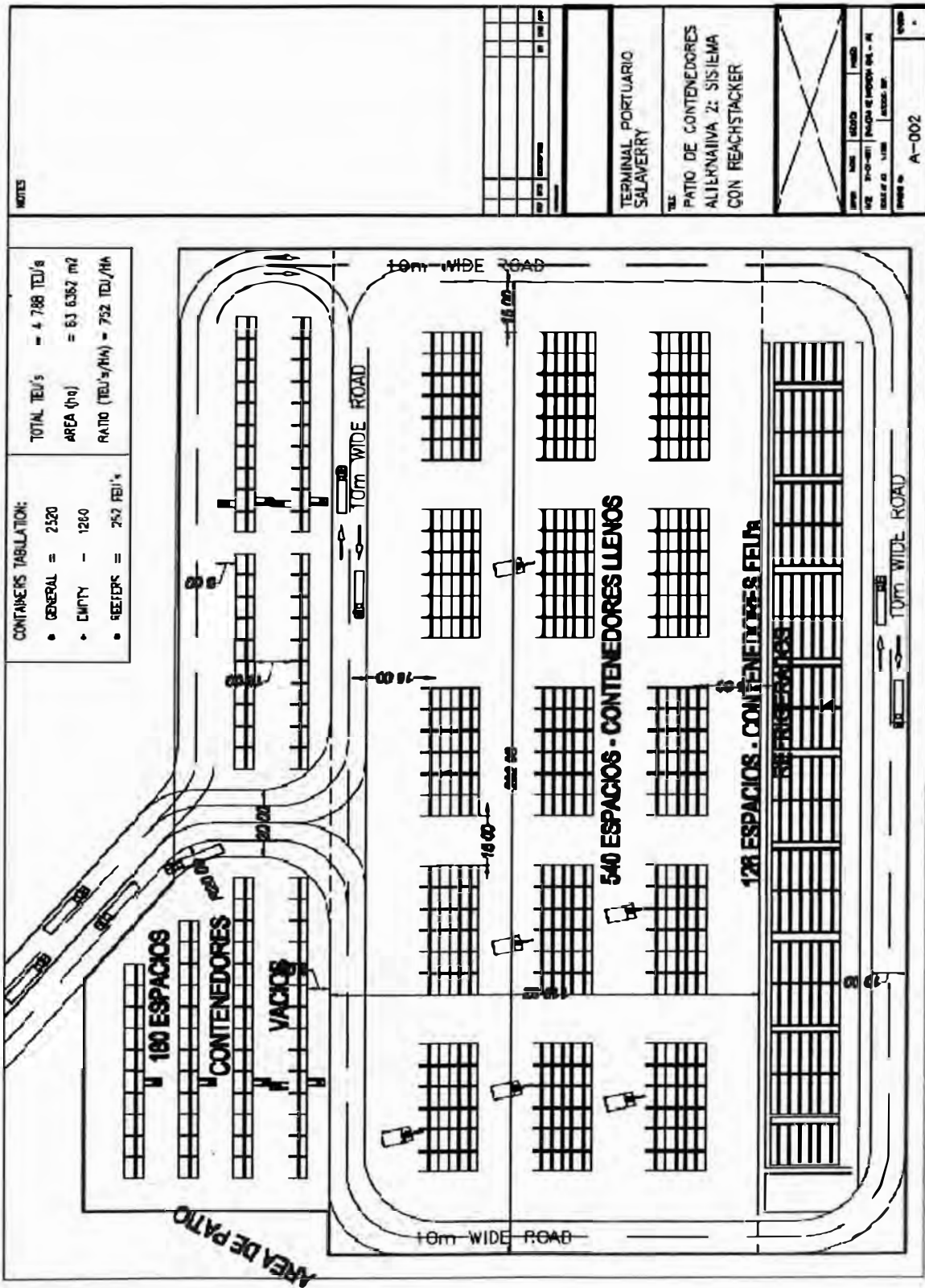
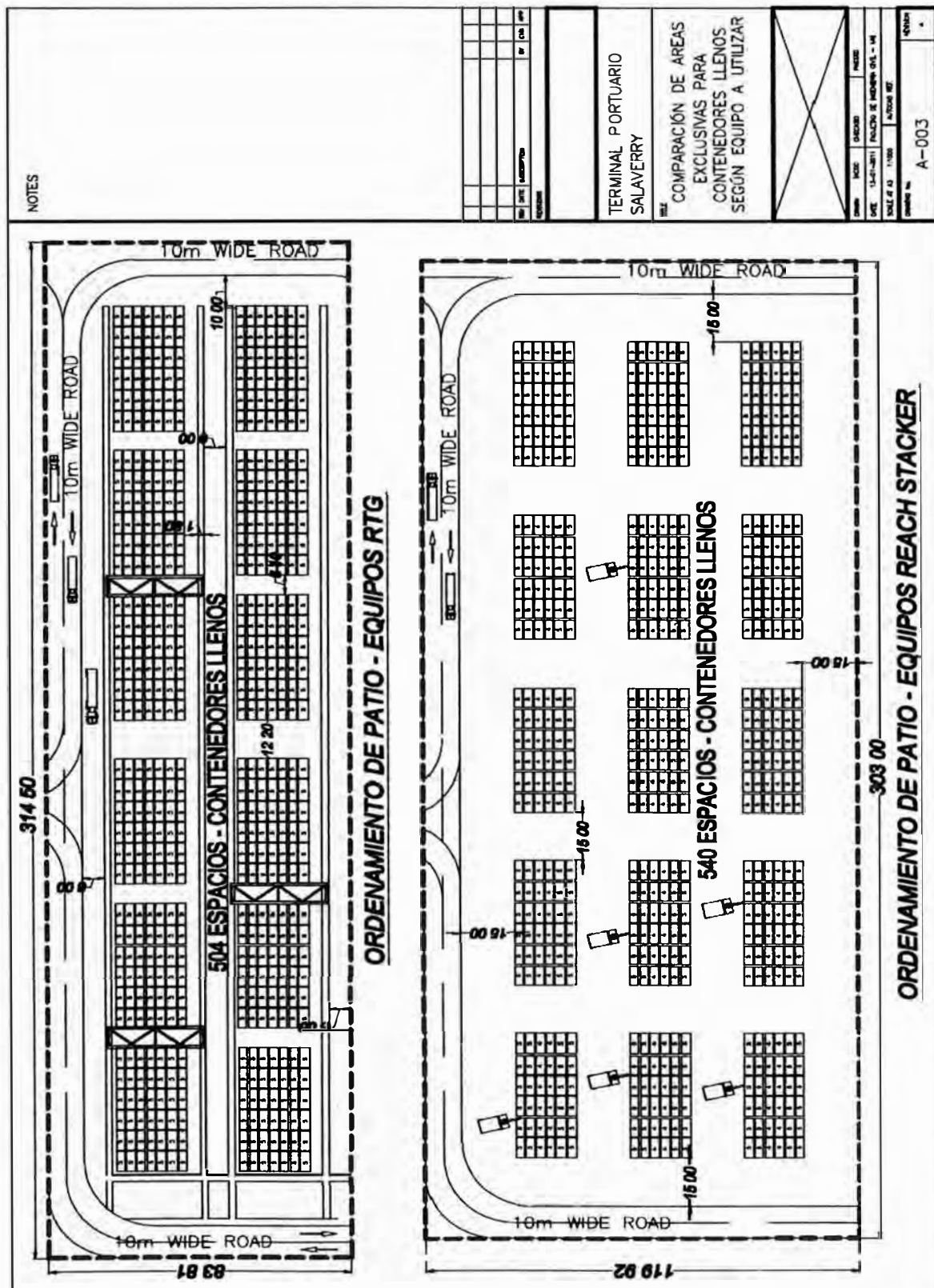


Figura 4.4: Comparación de distribución según equipamiento





De los planos elaborados, se analiza solo el área correspondiente al almacenamiento de contenedores llenos, con equipos RTG o apiladores frontales.

**Cuadro 4.6: Ratios de área para espacios de contenedores llenos**

EQUIPO	TEU's		Área	Ratio (TEU's/ha)
	Espacios en planta	Apilamiento		
RTG	504	5	28,244 m <sup>2</sup>	892
Apilador frontal	540	5-5-4	36,334 m <sup>2</sup>	694

El área se calcula de los planos que se encuentran en el anexo B.

#### 4.2.3 Costo del pavimento en cada alternativa

La variación del costo de pavimento entre una y otra alternativa es básicamente por la necesidad de vigas de concreto armado para la línea de rodadura de los RTG's.

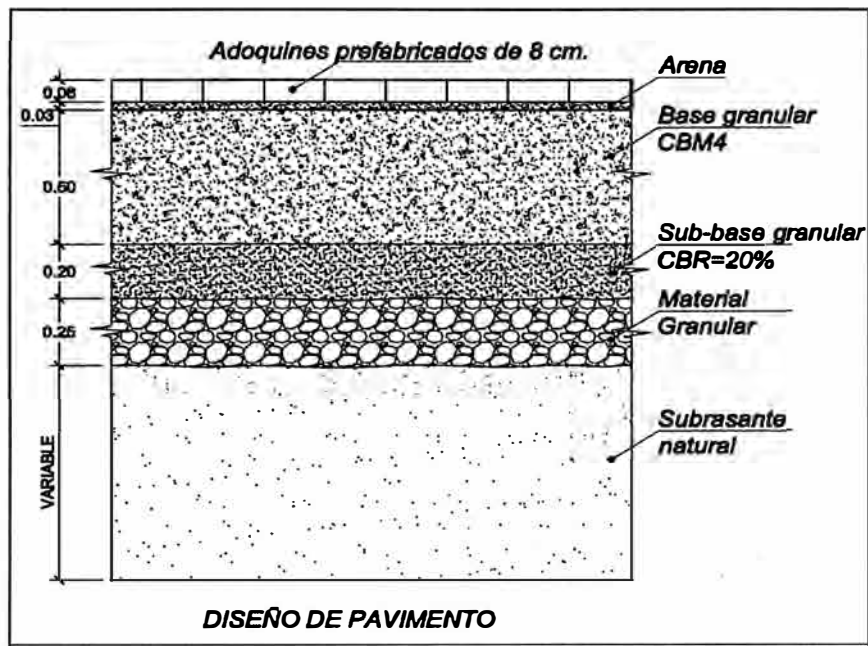
El pavimento a considerar para la comparación, será un diseño operativamente flexible que puede resistir la carga de las pilas de contenedores, terminal tractor/remolques y uso de apiladores frontales. El diseño de pavimentos para contenedores vacíos considera menores cargas.

De esta manera, si bien es cierto que el pavimento para los apiladores frontales es de mayor área, es más económico. Por esto es tan importante este análisis.

Para el tema de elección que es el fin de este capítulo, solo se considero el área de contenedores llenos. Del cuadro 4.7, se tiene esta área para cada sistema.

El pavimento típico considerado, se observa en el gráfico 4.4

Figura 4.5: Pavimento considerado



La superficie de rodadura es con bloques de concreto.

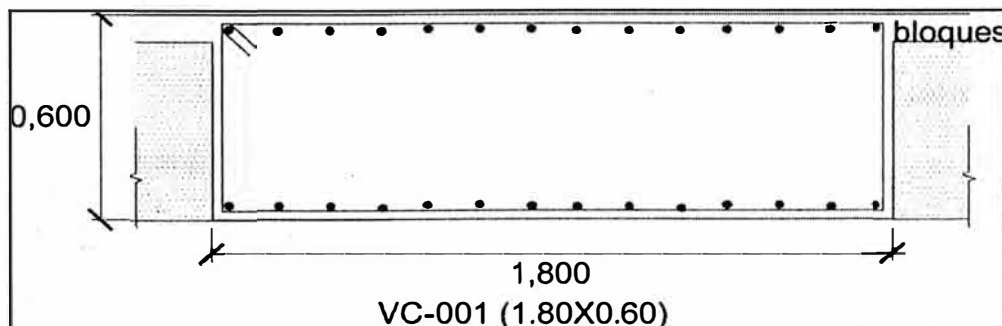
Este pavimento será igual en ambas alternativas, las diferencias se basan en las vigas de concreto armado que se utilizan en el sistema RTG. Se analiza cada alternativa.

i. Pavimento para Sistema RTG:

Se consideró vigas RTG de 60x180 cm. Y una cuantía de acero promedio para estos trabajos, de 40 cm<sup>2</sup> de acero.

Del plano en el anexo B, se tiene 1180 ml de esta viga.

Figura 4.6: Sección referencial de viga RTG



Del cuadro 4.6, al área 28 244 m<sup>2</sup> se debe restar el área de las vigas RTG. El resultado será.

$$Area(RTG) = 28244 - 1180 \times 1.80 = 26120 m^2$$

El presupuesto referencial se observa en el cuadro 4.7.

**Cuadro 4.7: Presupuesto referencial de pavimento para RTG**

Detalle	und	Metrado	P.U.	Parcial
Material granular grava 3" (e=25cm.)	m3	6,530	\$ 15.00	\$ 97,950.00
Sub-base granular CRB=20% (e=20cm.)	m3	5,224	\$ 15.00	\$ 78,360.00
Base granular CBM4 (e=50 cm.)	m3	13,060	\$ 18.00	\$ 235,080.00
Cama de arena (e=30cm.)	m3	7,836	\$ 12.00	\$ 94,032.00
Bloques de concreto (e=8cm.)	m2	26,120	\$ 16.50	\$ 430,980.00
Vigas RTG (180x60 cm.)	ml	1,180	\$ 333.69	\$ 393,754.20
<b>Total costo sin IG</b>				<b>\$ 1,330,156.20</b>
<b>Gastos generales</b>			<b>15%</b>	<b>\$ 199,523.43</b>
<b>IG</b>			<b>19%</b>	<b>\$ 252,729.68</b>
<b>Total costo sin IG</b>				<b>\$ 1,782,409.31</b>

i. Pavimento para sistema con apilador frontal

El área para el sistema con apilador frontal es mayor, sin embargo no se considera ningún elemento de concreto. El presupuesto referencial es el que muestra el cuadro 4.8:

**Cuadro 4.8: Presupuesto referencial de pavimento para apiladores frontales**

Detalle	und	Metrado	P.U.	Parcial
Material granular grava 3" (e=25cm.)	m3	9,084	\$ 15.00	\$ 136,260.00
Sub-base granular CRB=20% (e=20cm.)	m3	7,267	\$ 15.00	\$ 109,008.00
Base granular CBM4 (e=50 cm.)	m3	18,168	\$ 18.00	\$ 327,024.00
Cama de arena (e=30cm.)	m3	10,901	\$ 12.00	\$ 130,809.60
Bloques de concreto (e=8cm.)	m2	36,336	\$ 16.50	\$ 599,544.00
Total costo sin IG				\$ 1,302,645.60
<b>Gastos generales</b>			<b>0.15</b>	<b>\$ 195,396.84</b>
<b>IG</b>			<b>19%</b>	<b>\$ 247,502.66</b>
<b>Total costo sin IG</b>				<b>\$ 1,745,545.10</b>

**4.2.4 Cantidad y costo de los equipos**

La cantidad de equipos utilizados se calculan para cada caso según la productividad dada por el fabricante.

En los equipos elegidos se tiene:

**A. Grúas RTG:**

Estas grúas tienen una productividad de 10 contenedores por hora. Para las grúas pórtico se ha considerado un movimiento de 25 contenedores por hora. Igualando ciclos, se obtiene:

$$10 \times n = 25 \times 2$$

$$n = 5$$

n: numero de RTG's

El precio referencial para esta grúa se tomo del expediente técnico del muelle Sur, este presupuesto se encuentra en el anexo D

**Cuadro 4.9: Costo de grúa RTG**

Descripción	Cantidad	PU US\$	Precio Parcial	Repuestos	TPI	Total
Grúa pórtico patio RTG	18	1,500	27,000	540	810	<b>28,350</b>

Fuente: Expediente técnico Callao (miles \$)

Dividiendo los \$28'350 000, entre las 18 grúas obtenidas, se tiene el costo referencial. Este costo incluye los repuestos, mantenimiento e impuestos.

$$Costo\ de\ RTG = \frac{28'350000}{18} = \$1'575\ 000.00$$

**B. Apilador frontal (Reach-stacker):**

Estos equipos tienen una productividad de 12.5 contenedores por hora. Para las grúas pórtico se ha considerado un movimiento de 25 contenedores por hora, de tal manera. Igualando ciclos, se necesita:

$$12.5 \times n = 25 \times 2$$

$$n = 4$$

n: numero de apiladores frontales

**Cuadro 4.10: Costo de apilador frontal (reach-stacker)**

Descripción	Cantidad	PU US\$	Precio Parcial	Repuestos	Total
Apilador frontal	4	812.5	3 250	162.50	<b>3 412.5</b>

Fuente: Expediente técnico Paíta (miles \$)

Una vez calculados el área requerida para cada sistema, el costo por el pavimento a construir y el costo de adquisición según la cantidad de equipos necesarios, se tiene el cuadro resumen 4.11.

Adicionalmente se ha considerado el costo del terreno a un promedio de \$10.00 por m<sup>2</sup>.

**Cuadro 4.11: Comparación de costos (\$)**

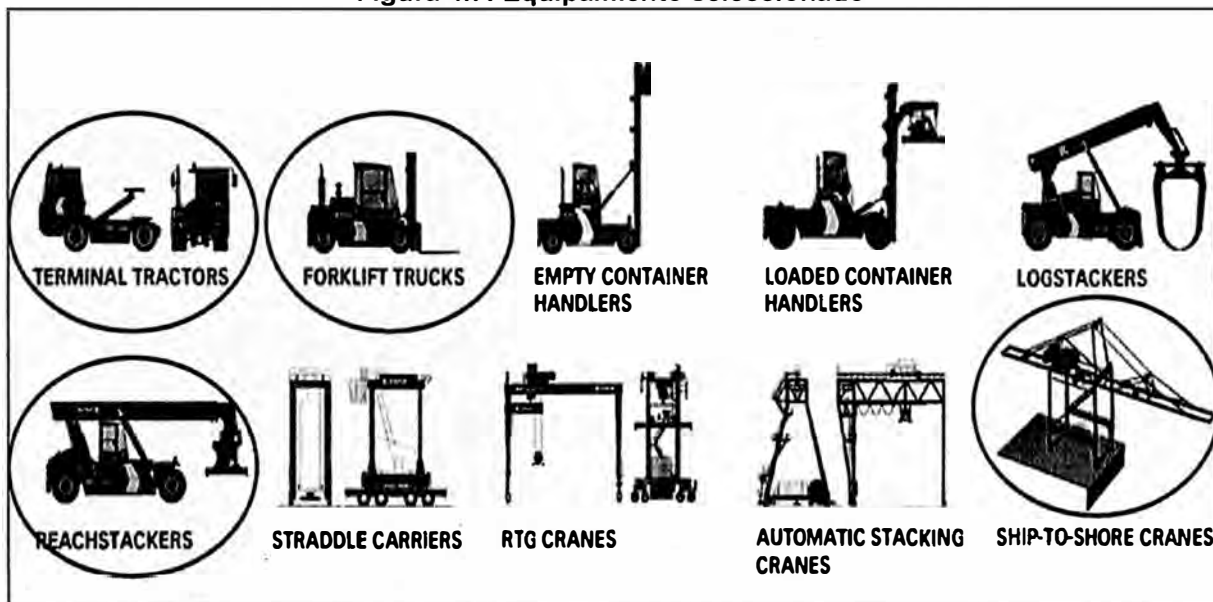
	<b>Costo terreno (\$)</b>	<b>Costo pavimento (\$)</b>	<b>Costo equipo (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
<b>· STACKER</b>	363,330	1,745,545.10	3,412,500.00	5,521,375.10
<b>RTG</b>	282,440	1,782,409.31	7,875,000.00	9,939,849.31

De tal manera que tras el análisis efectuado, se elige como opción más económica y con similares estándares de productividad, el equipamiento con apiladores frontales o reach-stacker.

### 4.3 CANTIDAD DE EQUIPOS EN EL SISTEMA

Luego de la elección del equipamiento para la manipulación de los contenedores, el sistema completo de equipamiento recomendado es:

**Figura 4.7: Equipamiento seleccionado**



Fuente: Catalogo Kalmar

### 4.3.1 Grúas pórtico

En términos generales la cantidad de Grúas pórtico está en función de la cantidad de contenedores que se desea atender en un determinado tiempo.

Para ambas alternativas del proyecto, según la demanda calculada, al año 2022, la demanda total será:

$$\text{Tráfico de contenedores} = \frac{107751}{4 \times 12} = 2245 \frac{\text{cont.}}{\text{sem}} \rightarrow \frac{2245}{7} = 321 \frac{\text{cont.}}{\text{día}}$$

La productividad considerada para la grúa pórtico es de 25 cont. /hora, por lo tanto una grúa puede descargar en 24 horas, un total de 600 contenedores, es decir según el número de contenedores no se tendría problemas con una grúa.

Sin embargo, uno de los objetivos del proyecto es que una nave Panamax pueda desembarcar en el puerto, esta implica un promedio de carga/descarga de 1000 contenedores por nave.

El tiempo óptimo para este proceso es máximo 24 horas.

$$\begin{aligned} n \times 24 \times 25 &= 1000 \\ n &= 1.67 \rightarrow 2 \end{aligned}$$

Siendo n, el número de grúas pórtico necesarias para descargar una nave Panamax en 24 horas.

### 4.3.2 Apilador frontal (Reach-stacker)

Para la elección de la alternativa ya se realizó este cálculo. Ver punto 4.2.4-B.

Se necesitan 4 apiladores frontales.

### 4.3.3 Terminal Tractor

Los terminal tractores se encargaran de resolver el transporte horizontal que comunica el subsistema de carga/descarga y el almacenamiento. Por tanto la cantidad de terminal tractors necesarias para resolver esta interacción de manera eficiente, depende directamente de:

- i. Distancia entre muelle y patio de almacenamiento: Varía según la alternativa 1 o 2 del perfil. Si se elige la alternativa 1, ampliación del muelle 1, el patio tiene una ubicación diferente respecto a la alternativa 2, muelle nuevo.
- ii. Velocidad del terminal tractor (velocidad permitida en ese recorrido). Esto también es lo mismo para ambas alternativas.
- iii. Tiempos de carga de la grúa de muelle.
- iv. Tiempos de descarga del equipo en patio: Depende que equipos se escoja en el patio. En la primera parte de este capítulo se concluye con la elección de los apiladores frontales para la manipulación de contenedores llenos.

Se considera lo siguiente:

- El ciclo del terminal tractor es: Tiempo de carga + Tiempo de recorrido (ida y vuelta) + Tiempo de descarga
- Debe estar un terminal tractor esperando un contenedor para que el spreader de la grúa cargue el contenedor. Es decir una vez que la grúa descarga el primer contenedor, el tiempo de regreso del spreader para poder cargar el segundo contenedor, es el tiempo en que debe estar ubicado el 2º terminal tractor debajo de la grúa.

Según estas consideraciones, se realiza los siguientes cálculos:

a. Cálculo del tiempo de carga ( $t_1$ )

Tomando la productividad de la grúa como 25 contenedores por hora, se tiene:

$$T_{\text{carga y descarga}} = \frac{60}{25} = 2.40 \frac{\text{min}}{\text{contenedor}}$$

Este es el tiempo de demora para la carga y descarga de un contenedor. El tiempo solo para carga, es:

$$t_1 = \frac{2.40}{2} = 1.20 \text{ min.}$$

b. Cálculo del tiempo de descarga ( $t_2$ )

Tomando la productividad del apilador frontal o reach-stacker, 12.5 contenedores por hora, Se tiene:

$$T_{\text{descarga}} = \frac{60}{12} = 4.80 \frac{\text{min}}{\text{contenedor}}$$

Este tiempo sirve solo como referencia, no se puede tomar la mitad de este tiempo, ya que al llegar el terminal tractor al pie del camiones de terminal, este toma el contenedor y el terminal tractor se retira, no son necesarios tiempos de espera entre estos equipos.

Se toma el 30% de este tiempo.

$$T_{\text{descarga}} = 30\% \times 4.8\text{min}$$

$$t_2 = 1.44 \text{ min} \rightarrow 1.50\text{min.}$$

c. Cálculo del tiempo de recorrido (t3)

Cuadro 4.12: Distancias de recorrido del terminal tractor

Distancias	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
d1	370.0 m	400.0 m
d2	460.0 m	580.0 m
d3	560.0 m	780.0 m
<b>D PROMEDIO</b>	<b>463.3 m</b>	<b>586.7 m</b>
<b>D IDA- VUELTA</b>	<b>926.7 m</b>	<b>1173.3 m</b>

Además, se considera la Velocidad del terminal tractos  $V=15 \text{ km/h}$ . Aplicando:

$$T_{\text{recorrido}} = \frac{\text{Distancia}}{\text{Velocidad}}$$

Cuadro 4.13: Tiempo de ida-vuelta según alternativa

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
<b>T PROMEDIO (t3)</b>	<b>3.707 min</b>	<b>4.693 min</b>

De lo expuesto anteriormente, se tiene el ciclo del terminal tractor para cada alternativa.

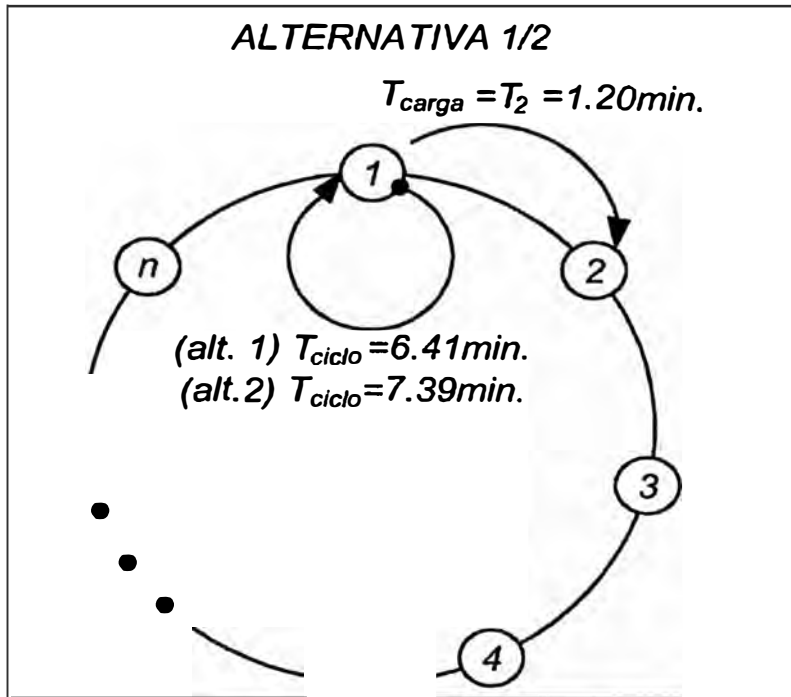
Cuadro 4.14: Tiempo del ciclo según alternativa

Tiempos	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
$t_{\text{CARGA}} = t_1$	1.20 min	1.20 min
$t_{\text{DESCARGA}} = t_2$	1.50 min	1.50 min
$t_{\text{IDA-VUELTA}} = t_3$	3.71 min	4.69 min
$t_{\text{TOTAL CICLO}} = \sum t_1+t_2+t_3$	<b>6.41 min</b>	<b>7.39 min</b>
<b>PRODUCCIÓN TERMINAL TRACTOR</b>	<b>9.37 cont./hora</b>	<b>8.12 cont./hora</b>



Gráficamente, se tiene:

Figura 4.8: Ciclo de los terminal truck



Del gráfico 4.7, se formula:

Alternativa 1

$$T_2 \times n = T_{ciclo}$$

$$1.2 \times n = 6.41$$

$$n = 5.34 \rightarrow 6$$

Alternativa 2

$$T_2 \times n = T_{ciclo}$$

$$1.2 \times n = 7.39$$

$$n = 6.20 \rightarrow 7$$

Este análisis se realizó para cada grúa pórtico, es decir por cada alternativa se necesita lo indicado multiplicado por 2.

#### 4.3.4 Grúa horquilla

Estos equipos, por ser utilizados para la carga de contenedores vacios y tener menores dimensiones que los apiladores frontales, tienen una productividad promedio, dependiendo del proveedor, de 16 contenedores/hora. Para las grúas pórtico se ha considerado un movimiento de 25 contenedores/hora. Igualando los ciclos, se tiene:

$$16 \times n = 25 \times 2$$

$$n = 3.125 \rightarrow 3$$

Donde n: numero de grúas horquilla.

Los apiladores frontales también pueden apoyar en el transporte de contenedores vacíos.

En resumen, según los cálculos efectuados, el equipamiento recomendado es:

**Cuadro 4.15: Resumen del cálculo de equipamiento**

<b>Equipos</b>	<b>ALTERNATIVA 1</b>	<b>ALTERNATIVA 2</b>
Grúas pórtico STS	2.00 und	2.00 und
Apiladores frontales	4.00 und	4.00 und
Terminal Tractor	12.00 und	14.00 und
Grúa horquilla	3.00 und	3.00 und

## **CAPÍTULO 5 : ADQUISICIÓN DEL EQUIPAMIENTO**

### **5.1 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL EQUIPAMIENTO**

En este punto se presenta las recomendaciones técnicas consideradas para el equipamiento elegido. Algunas de las características técnicas se han tomado en cuenta para el cálculo de áreas de almacenamiento, costos, alturas de apilamiento, etc. A continuación se detallan estas características técnicas.

#### **5.1.1 Grúa Pórtico**

Con el fin de atender al buque de diseño, las grúas pórtico deberán diseñarse de tal manera que sobrepasen la línea del muelle para servir a barcos de 13 TEU de ancho (naves Panamax).

Las grúas deben ser capaces de levantar dos contenedores de 20 pies simultáneamente (servicio twinlift) o un contenedor de 40 pies, ni ninguna otra configuración de carga más pesada. Para permitir las características del twinlift, la carga de izaje segura de la grúa bajo el spreader debe ser 60 toneladas métricas.

La distancia entre los rieles de la grúa se ha determinado en 27 m. y la longitud total de cada grúa, de tope a tope, no debe exceder los 25m.

La grúa operará con seis vías de tránsito entre los rieles, e incluirá islas para que la tripulación pueda manipular las chapas giratorias en cada vía. La zona de depósito de escotillas estará ubicada en la zona trasera de la grúa. El ancho máximo de las escotillas se ha asumido en 12m y la altura de apilamiento se limita a 4 escotillas. Se permitirá un espacio libre de 15m para depositar las escotillas.

En el extremo este de los rieles de la grúa se instalarán topes fijos. En el extremo de los rieles al lado del mar se instalarán topes desmontables.

Las grúas pórtico estarán especificadas para lograr una productividad de 25 ciclos por hora.

La cabina del operador en las grúas STS deberá tener un diseño ergónomicamente superior, dando comodidad al operador y alta performance.

**Cuadro 5.1: Detalles de la grúa seleccionada**

Método de acarreo	Separadores largos dobles
Capacidad de carga (SWL)	60 toneladas
Largo de Riel	27500 mm
Alcance desde el centro del riel del lado mar	56000 mm
Alcance desde el centro de riel de lado tierra	15000 mm
Altura de levante sobre el nivel del muelle	40000 mm
Altura de levante bajo el nivel del muelle	18000 mm
Espacio libre entre las patas	17000 mm
Espacio vertical libre bajo la viga del portal	16500 mm
Ancho total	27000 mm
Ruedas	8 por esquina
Peso de la Grúa	17000 toneladas

Se adjunta catalogo referencial en Anexo C.

### 5.1.2 Terminal tractor

Los terminal tractores tendrán motores diesel en una configuración de 4x2, transmisión automática equipada con una quinta rueda elevable.

Se proveerá una cabina para todo clima, aire acondicionado, protegida contra vuelcos y equipada con un asiento de alta calidad con suspensión de aire para el chofer.

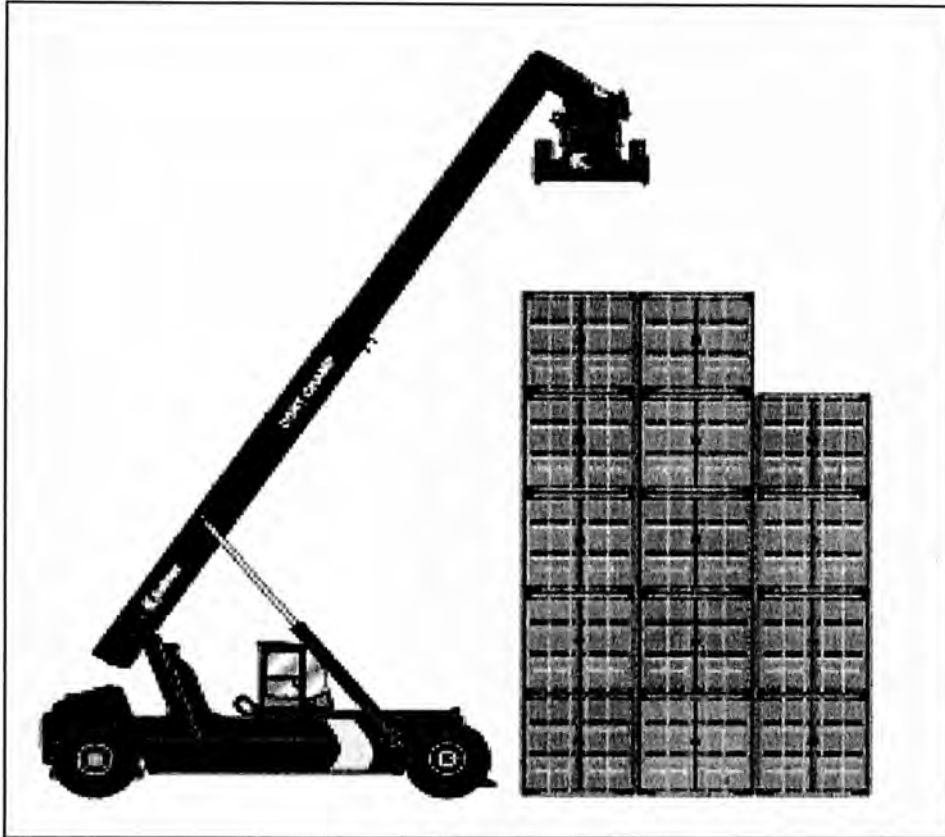
Los tráileres serán especialmente diseñados y construidos para un terminal de contenedores, del tipo trabajo pesado, capaces de transportar 2 contenedores de 20' o uno de 40' con un peso máximo de 60 toneladas y usarán llantas sólidas con un eje pivotante.

Se adjunta catalogo referencial en Anexo C.

### 5.1.3 Apilador frontal (Reach-stacker)

La carga nominal mínima que deberá levantar el equipo es 45-40-28 toneladas. El radio de giro máximo es de 8 m., su brazo extendido es de 11m. Y el apilamiento que debe tener es como muestra la figura 5.2.

Figura 5.1: Apilamiento considerado para el apilador frontal



Fuente: Catalogo Kalmar

En Anexo C, se encuentra el catalogo referencial.

#### 5.1.4 Grúa horquilla

Montacargas horquilla para acarreo de contenedores vacios, que permitirá apilar contenedores con una altura de 7 contenedores. Podrá cargar hasta 10 ton. Y estará preparado para una producción de 16 contenedores/hora.

En Anexo C, se encuentra el catalogo referencial.

### 5.2 PRESUPUESTO DE CADA ALTERNATIVA

Para la determinación de los costos de equipamiento se han obtenidos de proyectos portuarios realizados en el Perú, como es el caso del puerto del Callao y Paita. En el anexo D, se presenta el presupuesto de equipamiento de estos proyectos.

Se ha incluido los costos de repuestos en un equivalente del 5% del valor de los equipos.

La sumatoria del costo de equipo más el repuesto han determinado el costo estimado de cada alternativa al que se ha aplicado el impuesto general a las ventas (IGV), resultando finalmente el total del costo estimado de la alternativa.

Se ha considerado el tipo y cantidad de equipos seleccionados en el capítulo 4. En los cuadros 5.2 y 5.3 se pueden ver el detalle del presupuesto estimado para el equipamiento del muelle y patio de contenedores.

### 5.3 PROCESO LOGÍSTICO

Se deberán invitar a las empresas nacionales e internacionales para que presenten sus propuestas de acuerdo a las Especificaciones Técnicas correspondientes.

Algunas de las empresas fabricantes de grúas pórtico son:

- ZPMC (China)
- KCI KONECRANES (Finlandia)
- FANTUZZI NOELL (Italia-Alemania)
- PACECO ESPAÑA (España)
- LIEBHERR (Alemania)
- KALMAR (USA)
- ENERGOTEC (Perú)
- FERREYROS (Perú)
- TRITON TRADING (Perú)
- GULF PORT CRANES (USA)
- SUPPLIES & MAINTENANCE SERVICES S.A.C. (Peru)
- LIEBHERR CONTAINER CRANES LTD. (Irlanda)

La licitación debe incluir el diseño, cálculo, adquisición de materiales, manufactura, ensamblaje, pintura de fábrica, inspección, prueba de fábrica, montaje y pruebas en el lugar de fabricación, embarque y transporte de las grúas hasta el puerto, descarga, montaje, extracción de soportes de envío, limpieza y reparación de daños por el envío, pruebas finales, capacitación y entrenamiento del personal de operación de las grúas pórtico a cargo del contratista, puesta en

marcha y entrega funcionando. Además debe garantizar un lote de repuestos por tres años de operación como mínimo.

**Mejoramiento del Servicio de Atraque y Manipulación de Contenedores destinados a la Exportación e Importación en el Puerto de Salaverry**

**Alternativa 1: Ampliación y reforzamiento del muelle+ Patio de contenedores**

**Capital de Equipamiento Estimado**

**Cuadro 5.2: Costo Equipamiento- alternativa 1**

Item	Unidad	Cantidad	PU US\$	Precio Parcial
<b>Equipos en Muelle</b>				
Grúa pórtico de muelle, Panamax Outreach, Cap. 50 ton/metro de carga en lantás	und	2	9,875,000	19,750,000
<i>Subtotal -Equipos en Muelle</i>				<i>19,750,000</i>
<b>Equipo de transporte horizontal</b>				
Terminal tractor	und	12	100,000	1,200,000
Chasis de contenedores	und	14	56,250	787,500
<i>Subtotal Equipo de transporte horizontal</i>				<i>1,987,500</i>
<b>Equipo en Patio</b>				
Reach Stacker (Contenedores llenos)	und	4	812,500	3,250,000
Fork Lift (Contenedores vacíos)	und	2	350,000	700,000
<i>Subtotal -Equipo en Patio</i>				<i>3,950,000</i>
<b>Repuestos de Equipos</b>				
Repuestos de equipos	%EQ	5%	21,737,500	1,087,000
<i>Subtotal -Repuestos de Equipos</i>				<i>1,087,000</i>
<b>Subtotal - Equipamiento Alt. 1</b>				<b>\$22,824,500</b>
			19%	4,300,000
<b>TOTAL Estimado Costo de Equipamiento Alt. 1 + IGV</b>				<b>\$27,100,000</b>

Cuadro 5.3: Costo Equipamiento - alternativa 2

**Mejoramiento del Servicio de Atraque y Manipulación de Contenedores destinados a la Exportación e Importación en el Puerto de Salaverry**  
**Alternativa 2: Nuevo muelle + Patio de contenedores**  
**Capital de Equipamiento Estimado**

Item	Unidad	Cantidad	PU US\$	Precio Parcial
<b>Equipos en Muelle</b>				
Grúa pórtico de muelle, Panamax Outrech, Cap. 60 tn/metro de carga en llantas	und	2	9,875,000	19,750,000
<i>Subtotal -Equipos en Muelle</i>				19,750,000
<b>Equipo de transporte horizontal</b>				
Terminal tractor	und	12	100,000	1,200,000
Chasis de contenedores	und	16	56,250	787,500
<i>Subtotal -Equipo de transporte horizontal</i>				1,987,500
<b>Equipo en Patio</b>				
Reach-Stacker (Contenedores llenos)	und	4	812,500	3,250,000
Fork Lift (Contenedores vacios)	und	2	350,000	700,000
<i>Subtotal -Equipo en Patio</i>				3,950,000
<b>Repuestos de Equipos</b>				
Repuestos de equipos	%FQ	5%	21,737,500	1,087,000
<i>Subtotal -Repuestos de Equipos</i>				1,087,000
<b>Subtotal - Equipamiento Alt 2</b>				<b>\$23,000,000</b>
			19%	4,400,000
<b>TOTAL Estimado Costo de Equipamiento Alt. 2 + IGV</b>				<b>\$27,400,000</b>



## CONCLUSIONES

1. Las soluciones planteadas en los terminales portuarios están destinados a alcanzar la máxima productividad y eficiencia en cada uno de los procesos. Para que esto sea factible, el desarrollo de la automatización es una herramienta esencial. El grado de homogenización del patio y la estancia de los contenedores en él, son factores muy importantes para la optimización del proceso.
2. La elección del equipo de muelle y de patio, depende directamente del flujo de contenedores transportado en el muelle, de la nave modelo que se atenderá y del mercado potencial que tiene el puerto.
3. Los cuellos de botella de los terminales de contenedores se deben a la capacidad del patio. La productividad de las operaciones de buque a muelle mejoran continuamente mientras que las operaciones de patio mantienen los mismo ratios. Así, solamente se trata de una cuestión de tiempo hasta que la capacidad del patio se convierta en la mayor limitación para la capacidad del terminal.
4. Según el análisis efectuado el reach-stacker, necesita de 30% hasta 50% más área que si se usara el sistema RTG, dependiendo del equipo elegido. En el caso del T.P.S. la elección del apilador de contenedores (reach-stacker) se adecua a características propias del terminal, sin embargo existen puertos en el que el costo del terreno es muy elevado y peor aún, casos en que no se cuenta con el área requerida por el sistema reach-stacker, y donde el sistema RTG ó RMG es la solución idónea.
5. Además para que el costo del equipo de RTG se nivele con el ahorro en la construcción del patio utilizando equipos RTG, el área del patio debe ser de mayores magnitudes
6. En cuanto al equipamiento actual del puerto de Salaverry, de los equipos vistos cuenta con algunos cargadores horquilla y 1 apilador stacker. Sin embargo estos equipos no se tomaran en cuenta para el proyecto, debido a que los amarraderos del muelle N°2, seguirán manteniendo la demanda del muelle para cargas no contenedorizadas.

7. Finalmente se concluye que el equipamiento no es el factor determinante en la elección de la alternativa adecuada para el proyecto. Para cualquiera de las dos alternativas, se podrá implementar un equipamiento óptimo relativamente al mismo costo (\$27'000,000.00)

8. La implementación del proyecto para la especialización en transporte de contenedores en el T.P.S., como toda especialización que se da, conllevará a una mayor productividad en el puerto, flujo activo de la economía, contratación de mano de obra especializada y no especializa y en general un desarrollo para toda la región.

## RECOMENDACIONES

1. Según las garantías de los equipos comprados, se debe de tener una supervisión constante para el control para la compra, control, verificación y pruebas de calidad de los equipos adquiridos.
2. En las adquisiciones de las grúas pórtico de muelle, debe incluir todo lo que implique su completa operatividad, el mantenimiento de esta y la capacitación de los operarios. De esta manera la responsabilidad la toma la empresa contratista desde el inicio y durante el tiempo de garantía de la grúa, y así no existan dudas de que algún mal funcionamiento sea por falta de capacidad del personal, falta de mantenimiento o infraestructura no adecuada para el equipo.
3. Se recomienda que para la elección de los equipos debe tomarse en cuenta la procedencia del equipo. Tal como el caso de la cotización de un apilador frontal (reach-stacker) de procedencia china por un monto de \$347 000. Sin embargo debido a experiencias con estos equipos, el tiempo de vida de este a veces también suele ser la mitad y el costo del mantenimiento el doble.
4. Para la manipulación de contenedores vacíos, se recomienda utilizar las grúas horquilla, debido a su bajo costo, a pesar de que al igual que los apiladores frontales vs los RTG, estos ocupan mayor área vs los stacker para contenedores vacíos.
5. Se recomienda una constante capacitación del personal que manejará los equipos, y de esta manera esto suma a la productividad y no lo contrario.
6. Así mismo se recomienda organizar de manera adecuada los procesos administrativos para recepción y entrega de carga, y que esto adicione fluidez al sistema portuario.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] APN-MINCETUR, Martin Sgut. "Estudio de los Costos y Sobrecostos Portuarios del Puerto del Callao", Perú, 2005
- [2] CONSORCIO CESEL - Louis Berger. "INFORME INTERMEDIO TP PAITA". Perú 2007
- [3] Empresa Nacional de Puertos S.A. -ENAPU S.A. "Primeras Grúas Pórtico de Muelle en el Perú". Perú, 2009
- [4] Marí Sagarra, Richard. "El transporte de contenedores: terminales, operatividad y casuística", Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España 2003.
- [5] Muñoz Cinca, Víctor. Tesis Doctoral "Optimización de la producción en una terminal marítima de contenedores. Umbrales y punto de equilibrio". España, 2008.
- [6] RH Team Editor RM. "Terminal de Contenedores en el Puerto de Callao". Perú Septiembre 2007.
- [7] Saurí Marchán, Sergi. "Operaciones y colas de los barcos en los puertos" Universidad Politécnica de Catalunya. España, 2002
- [8] Universidad de Cantabria. "Mercancías contenedorizadas y otros transportes especiales en unidades de carga". España 2003

## **ANEXOS**

ANEXO A: Gráfico para el cálculo de área de pavimentos portuarios

ANEXO B: Planos de sistemas RTG – Apilador frontal (reach-stacker)

ANEXO C: Catálogos de equipos

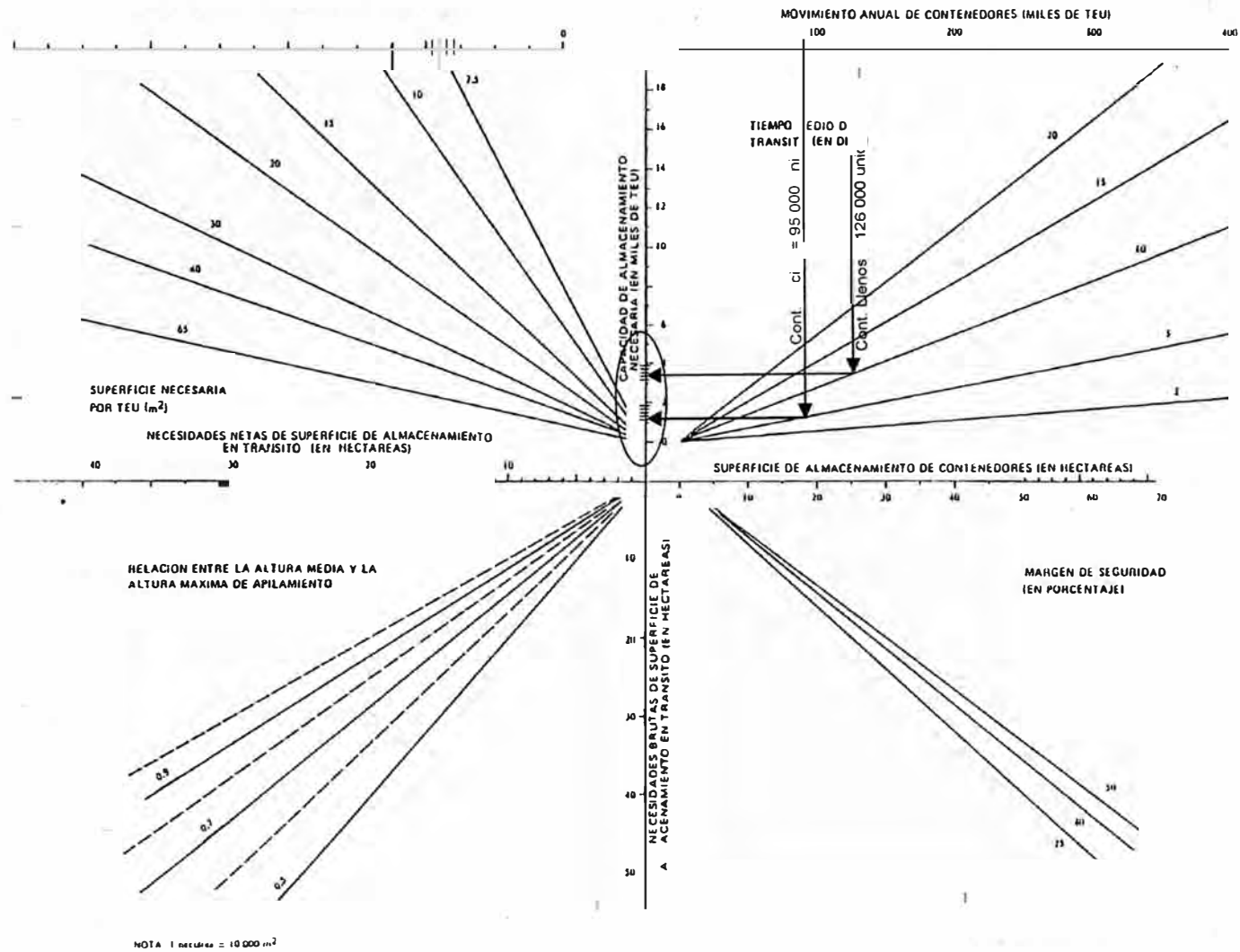
ANEXO D: Presupuestos referenciales del puerto Callao y Paita

# Anexo A

## Gráfico para el cálculo de área de pavimentos portuarios

# DIAGRAMA DE PLANIFICACIÓN PORTUARIA

Terminal de contenedores — Diagrama de planificación I: zona de almacenamiento de contenedores



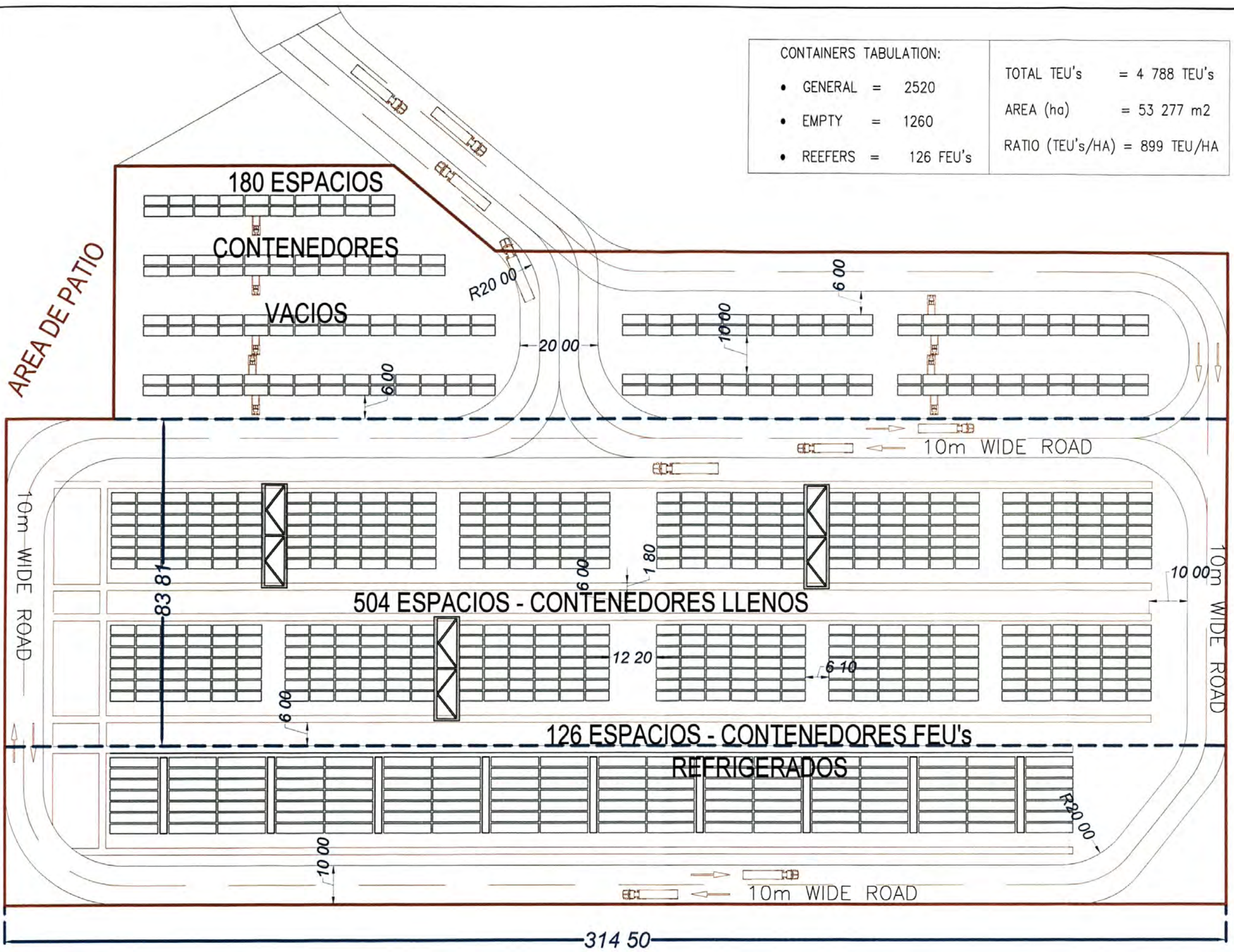
# Anexo B

## Planos de sistemas RTG- Apilador frontal (Stacker)



AREA DE PATIO

CONTAINERS TABULATION:		TOTAL TEU's = 4 788 TEU's	
• GENERAL	= 2520	AREA (ha)	= 53 277 m2
• EMPTY	= 1260	RATIO (TEU's/HA)	= 899 TEU/HA
• REEFERS	= 126 FEU's		



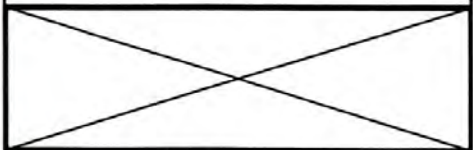
NOTES

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK	APP

REVISIONS

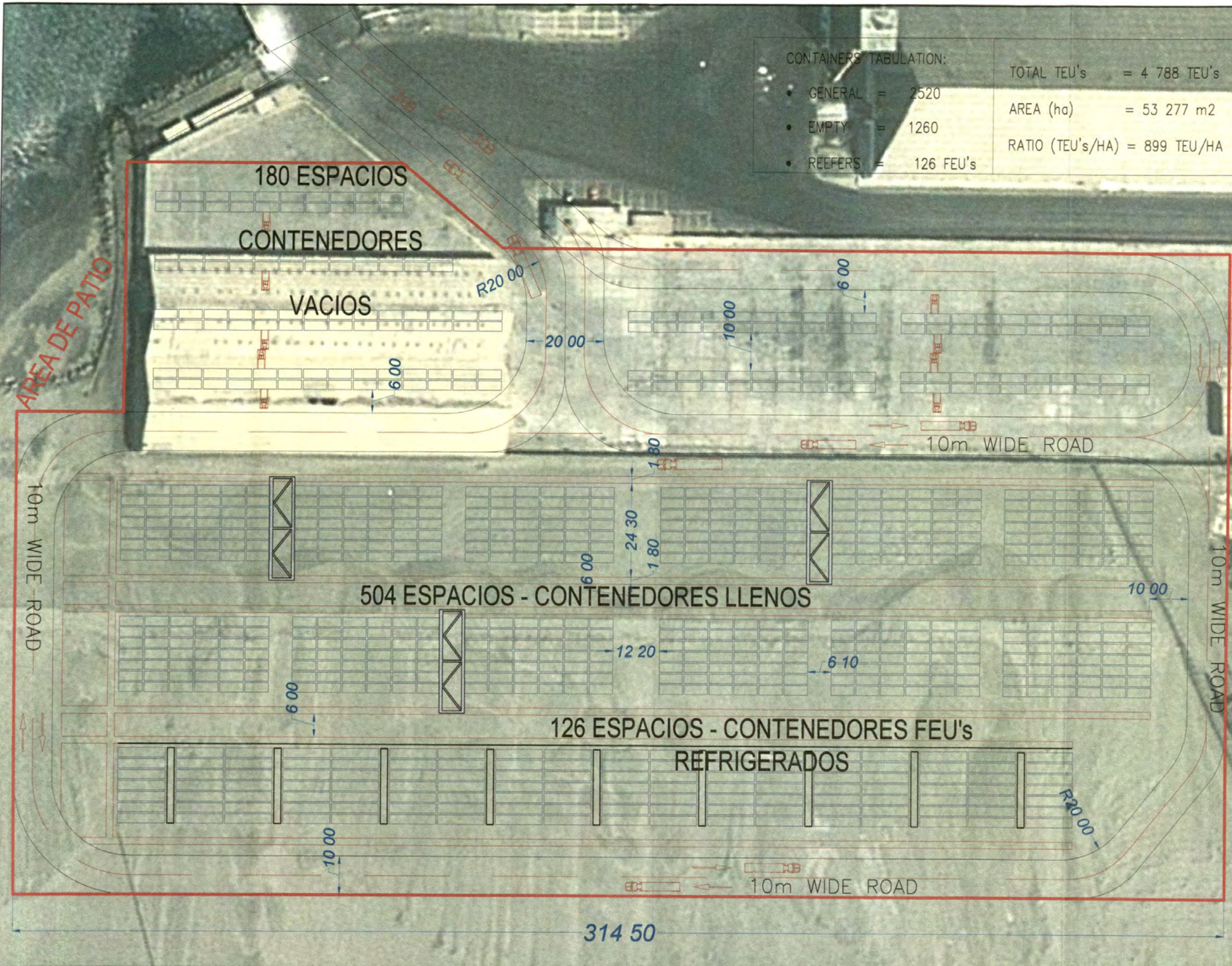
TERMINAL PORTUARIO SALAVERRY

TITLE  
 PATIO DE CONTENEDORES  
 ALTERNATIVA 1: SISTEMA CON USO DE RTG



DRAWN	IACDC	CHECKED	PASSED
DATE	13-02-2011	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNI	
SCALE AT A3	1:1000	AUTOCAD REF.	

DRAWING No. A-001 REVISION A



CONTAINERS TABULATION:		TOTAL TEU's = 4 788 TEU's
• GENERAL = 2520		AREA (ha) = 53 277 m2
• EMPTY = 1260		RATIO (TEU's/HA) = 899 TEU/HA
• REEFERS = 126 FEU's		

NOTES

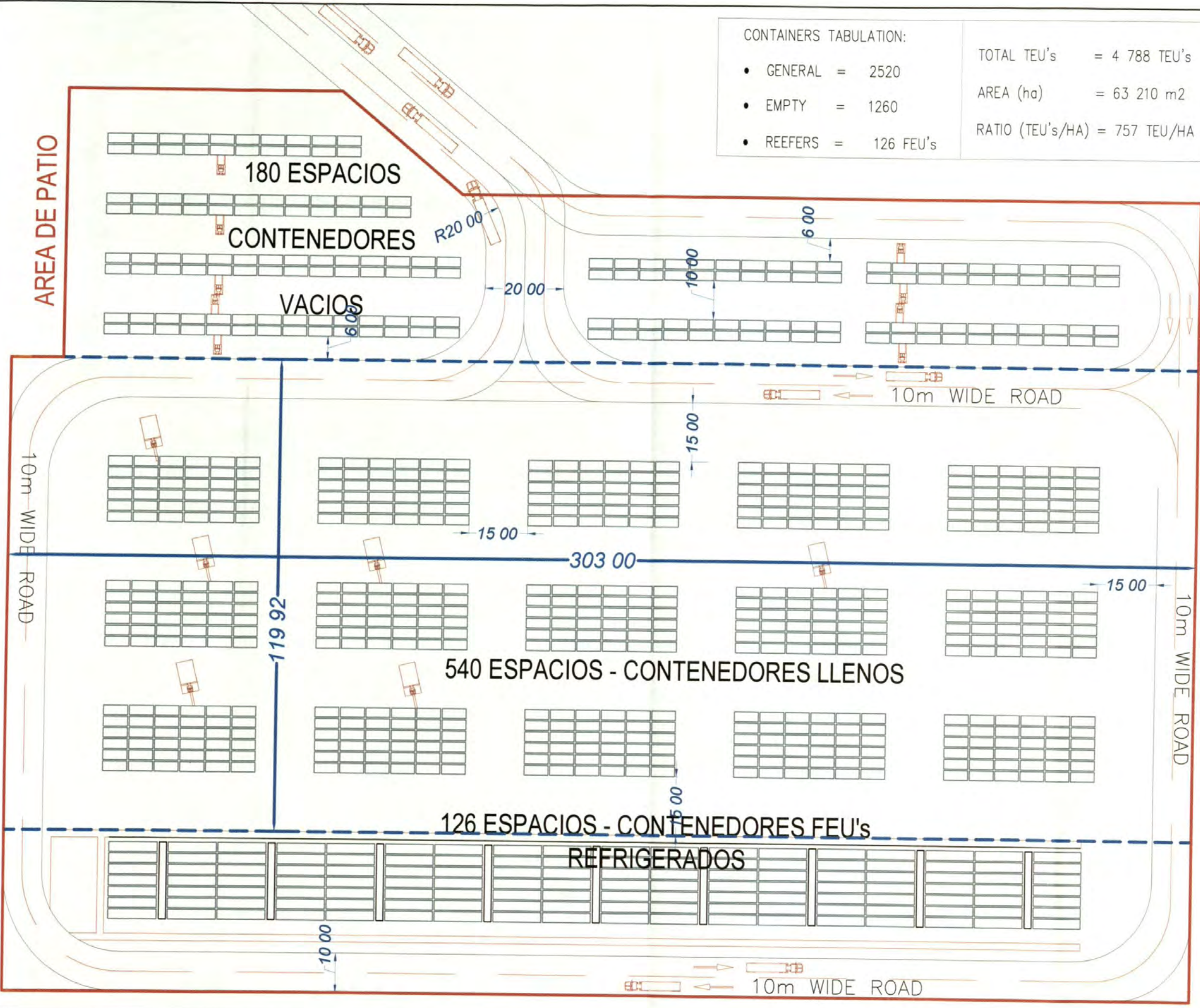
REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECK	APP
REVISIONS					

TERMINAL PORTUARIO SALAVERRY

TITLE  
 PATIO DE CONTENEDORES  
 ALTERNATIVA 1: SISTEMA CON USO DE RTG

DRAWN	IACDC	CHECKED	PASSED
DATE	13-02-2011	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNI	
SCALE AT A3	1:1000	AUTOCAD REF.	
DRAWING No.	B-001		REVISION A

CONTAINERS TABULATION:		TOTAL TEU's = 4 788 TEU's
• GENERAL =	2520	AREA (ha) = 63 210 m2
• EMPTY =	1260	RATIO (TEU's/HA) = 757 TEU/HA
• REEFERS =	126 FEU's	



NOTES

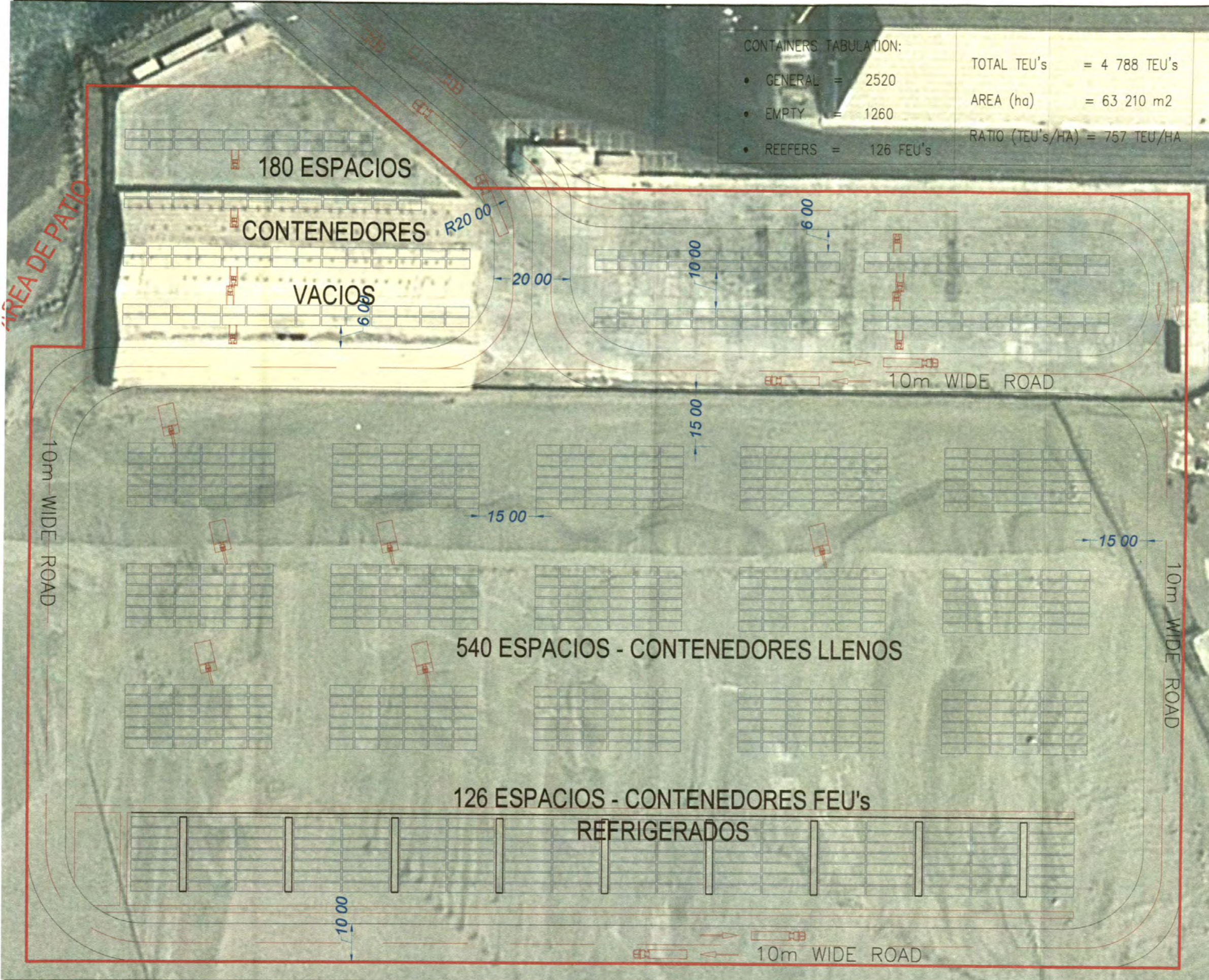
REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK	APP
REVISIONS					

TERMINAL PORTUARIO SALAVERRY

TITLE  
PATIO DE CONTENEDORES ALTERNATIVA 2: SISTEMA APILADORES FRONTALES

DRAWN	IACDC	CHECKED	PASSED
DATE	13-02-2011	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNI	
SCALE AT A3	1:1000	AUTOCAD REF.	

DRAWING No. **A-002** REVISION **A**



CONTAINERS TABULATION:

- GENERAL = 2520
- EMPTY = 1260
- REEFERS = 126 FEU's

TOTAL TEU's = 4 788 TEU's  
 AREA (ha) = 63 210 m2  
 RATIO (TEU's/HA) = 757 TEU/HA

NOTES			
REV	DATE	DESCRIPTION	BY / CHK / APP
REVISIONS			
<p>TERMINAL PORTUARIO SALAVERRY</p> <p>TITLE            PATIO DE CONTENEDORES ALTERNATIVA 2: SISTEMA APILADORES FRONTALES</p>			
DRAWN	IACDC	CHECKED	PASSED
DATE	13-02-2011	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNI	
SCALE AT A3	1:1000	AUTOCAD REF.	
DRAWING No.	B-002		REVISION
			A

AREA DE PATIO

10m WIDE ROAD

10m WIDE ROAD

10m WIDE ROAD



# Anexo C

## Catálogo de equipos

# Grúa Pórtico

**PRODUCTS**  
**SHIP TO SHORE CRANES**

**MORE THAN 100 YEARS OF EXPERIENCE AND READY FOR NEW CHALLENGES**

With the acquisition of Nelcon, Kalmar has added more than 100 years of experience in crane building to its portfolio. The company is fully incorporated into the company and nowadays proudly bears the Kalmar name.

- Longstanding experience
- Innovative and reliable design
- Excellent product quality
- Worldwide professional network
- Worldwide after sales support

**SPECIFICATIONS**

Model	STS
Capacity on	40 – 120 Tons under spreader
Outreach	30 – 70+ meters
Railspan	15 – 70 meters
Backreach	0 – 25 meters
Drives	AC, with regenerating unit (energy feedback to powernet)
2nd Trolley	Available
Single-, Twin, and Tandem lift	Available

**FASTER WORK CYCLES**

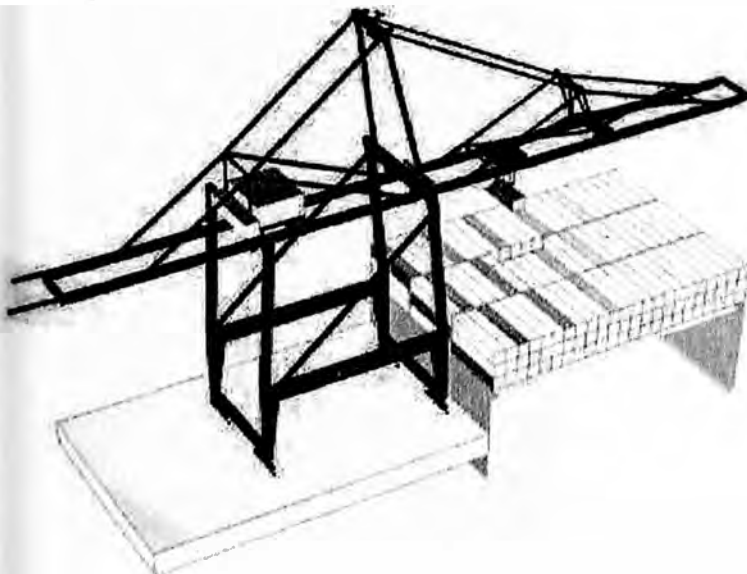
In a competitive environment where ship turnaround times are increasingly important, highly productive and reliable ship to shore cranes are the main issues. Kalmar ship to shore cranes are known for their faster work cycles and high availability resulting in higher productivity.

**A SELECTION OF OUR PROJECTS**

- MSC Home Terminal Antwerp
- Interforest Rotterdam
- Port Autonome de Rouen
- P&O Ports Antwerp
- Uniport, Rotterdam
- R.S.T., Rotterdam
- E.C.T-D.S.L (Delta Sealand Terminal)
- E.C.T.- D.D.E. (2000-8 Terminal)
- Schelde Container Terminal Noord NV Antwerp, Belgium
- E.C.T (H.C.D. Terminal) Rotterdam Holland
- Eurogate Terminal Hamburg Germany
- Jebel Ali Port Container Terminal United Arab Emirates
- E.C.T.- D.D.W. Rotterdam The Netherlands
- Port Autonome du Havre
- Hessianie Antwerp Belgium

**New projects under delivery:**

- PAG, Guadeloupe, 2 STS cranes





#### **MODULAR DESIGN SHIP TO SHORE CRANE**

Kalmar Industries has a modular design philosophy for the mechanical structure, electrical installation and main components. With this modular design it is possible to offer highly customised cranes combined with the advantages of a more standardised production such as short delivery times. The Kalmar ship to shore cranes are designed in such modules that modifications in railspan, outreach, hoisting height, as well as electrical installation and all other components are possible in a cost efficient way.

#### **MAINTAINABILITY**

Our close working relationship with the maintenance staff of the worlds biggest terminal operators during the last years has helped us develop the highest form of maintainability.

#### **FULL SERVICE (MAINTENANCE) CONTRACTS AND FINANCIAL SOLUTIONS**

Also for Ship to Shore Cranes Kalmar offers full service contracts, allowing our customers to focus entirely on their 'core business': handling boxes. This includes a.o. inspections, scheduled (preventive) maintenance and corrective maintenance. Further Kalmar is able to provide you with financial packages such as financing or leasing.

#### **More information:**

René Kleiss  
Vice President Cranes  
Tel. +31 10 294 66 66  
Fax. +31 10 294 67 77  
[rene.kleiss@kalmarind.com](mailto:rene.kleiss@kalmarind.com)

# Apilador frontal (Reach-stacker)

*Make things easy*



# Technical Information Container Handler ContChamp 42-45 tonnes



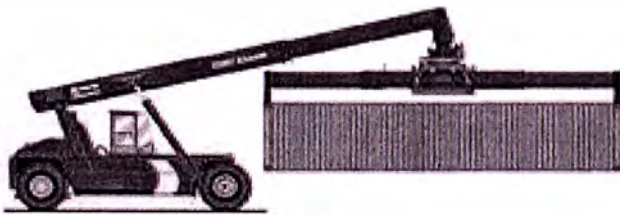


# Flexible Container Handling

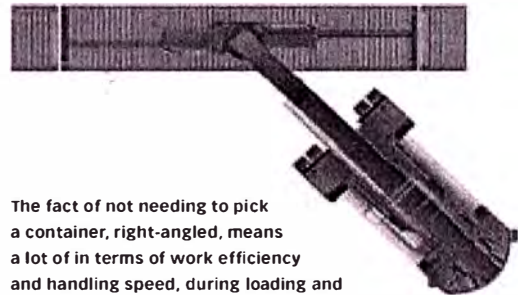
**Reachstackers from Kalmar combine performance, comfort and reliability.**

Container handling with a reachstacker is one of the most flexible handling solutions whether to operate a smaller one-unit terminal or a medium sized port. A reachstacker can handle loaded containers quickly and efficiently in narrow spaces, while still ensuring the driver has optimum visibility.

The extensive freedom allowed by the lifting equipment, boom and attachment, and its rotation possibilities, gives that the driver can improve the work efficiency of the unit, by not needing to approach the container from a 90 degrees position.



Containers can be lifted lengthwise making it possible to deliver the container into and through workshop doors, port shed gates, etc in then low, longitudinal position.



The fact of not needing to pick a container, right-angled, means a lot of in terms of work efficiency and handling speed, during loading and unloading.

Instead, the container can be picked or dropped-off by the unit approaching from any angle <90 degree. And by rotating the spreader and reaching the boom to suitable length, the driver can handle the container from any position. As an additional advantage, the aisle width - driving space depth, needed - can be squeezed, as well.

Wear on the machine and the working surface can be reduced if the reachstacker is used in the right way. Compared to a conventional forklift, a larger proportion of the lifting manoeuvre can be performed while the unit is stationary.

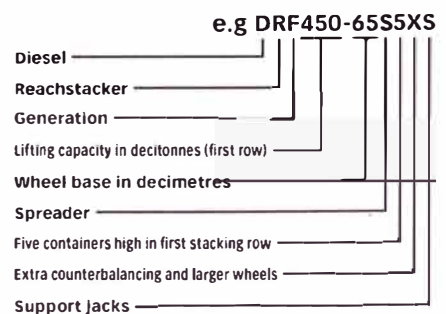
Containers can also be lifted and transported lengthwise, making it possible to deliver the container into and through workshop doors, port shed gates, etc in then low, longitudinal position. This can be a vital ability for the possibility of container stripping and stuffing inside the sheds.

The goals in developing a reachstacker are clear: high performance throughout the operating cycle, high user-friendliness, and low running costs. Together with a high level of environmental awareness, this has resulted in new technical solutions and systems.

Any driver with the ability to take advantage of the machine's capacity and technical benefits will find this reachstacker a powerful, flexible tool for handling containers with the lowest possible operating and maintenance costs.

The technical information in this material primarily refers to the DRF. Specific information about the DRD's technical systems is available on request.

## Clarification of model designation





# Capacity and dimensions

## Maximum lifting capacity in confined spaces.

The chassis and lifting equipment have been newly developed to ensure the best possible performance, strength and user-friendliness. The nature of the working environment and capacity requirements at different load centres determine which model is the most suitable.

### Lifting boom

The lifting boom carries the load. The design has been optimised using computer simulations and extensive field tests. The powerful execution in high-tensile steel has a minimal number of welds for maximum strength. The boom's fixture in the frame and the lifting cylinders are fitted

with spherical plane thrust bearings. The width of the rear fixture (boom suspension) increases the overall rigidity and the good rearward visibility.

The boom has two sections, the inner and outer boom. The sliding plates between the inner and outer boom require no lubrication. The cable-chain which leads hydraulic hoses and cabling to the attachment is made of maintenance-free plastic.

### Lifting boom hydraulics

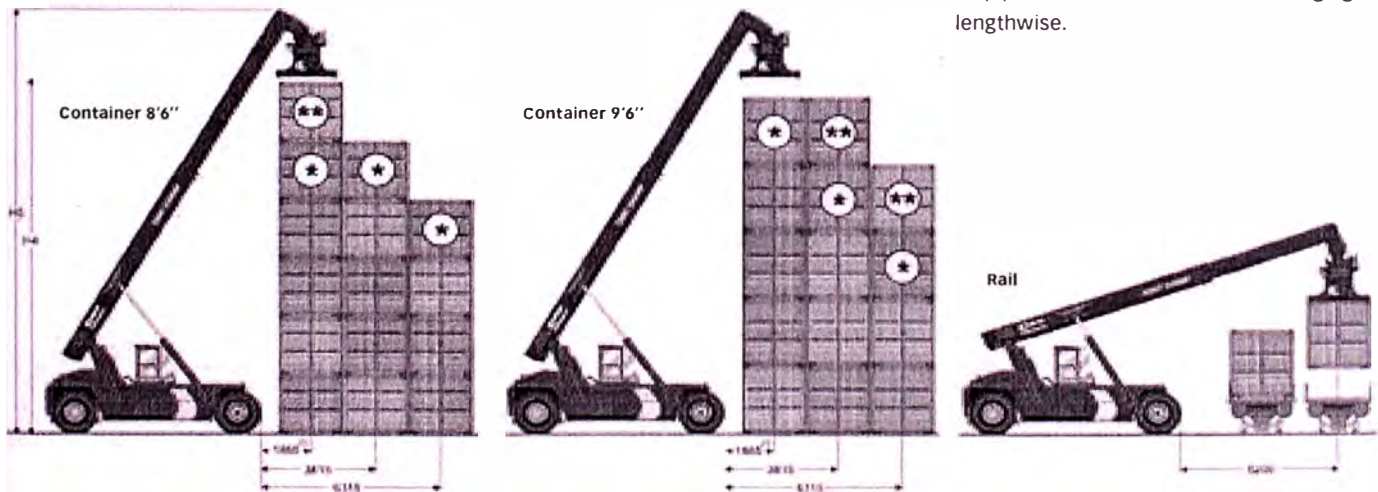
Oil is fed to the boom functions by load sensing pumps. To reduce pressure drops, wide hydraulic hoses have been used for the boom functions. A wider hose produces a lower flow rate with the same volume, thereby reducing friction and heat development.

The blocking valves on the lifting and extension cylinders block the oil flow when the boom functions are not in use, which secures the boom position. The base of the lifting cylinders has a new design that produces smooth stopping and starting movements.

The boom's lifting and extension function is damped in the end positions for reduced wear and greater comfort.

### Rotator

The rotator is fixed in the inner boom and enables the container to be rotated. The rotator consists of an upper and a lower yoke joined with a powerful bearing. Rotation is enabled by two hydraulic motors, which drive a gear-ring. Two hydraulic dampers help prevent the container from swinging lengthwise.



## Capacity (tonnes)

Model	Container 8'6"			Container 9'6"			Rail	Lifting height to lift attachment	
	1:st row	2:nd row	3:rd row	1:st row	2:nd row	3:rd row	2:nd row	H4 (mm)	H5 (mm)
DRF420-60S5	41*/42	25*	11*	40*/42	25*	11*	16	15100	18100
DRF450-60S5	43*/45	27*	13*	42*/45	27*	13*	18	15100	18100
DRF450-60S5X	43*/45	35*	18*	42*/45	35*	18*	24	15200	18200
DRF420-65S5	41*/42	28*	13*	40*/42	28*	13*	18	15100	18100
DRF420-65S6	39**/41*/42	28*	13*	40*/42	28**	13**	18	16200	19250
DRF450-65S5	43*/45	30*	15*	42*/45	30*	15*	20	15100	18100
DRF450-65S6	42**/44*/45	30*	15*	43*/45	30**	15**	20	16200	19250
DRF450-65S5X	45*	36*/38	21*	43*/45	37*/38	21*	27	15200	18200
DRF450-65S6X	42**/45*	35*/38	21*	43*/45	34**/36*/38	21**	27	16300	19350
DRF420-70S5	41*/42	30*	15*	40*/42	30*	15*	20	15100	18100
DRF450-70S5X	45*	39*/41	23*	45*	40*/41	23*	29	15100	18200
DRF450-70S5XS	45*	39*/41	23*/(31*)	45*	40*/41	23*/(31*)	29/(35)	15100	18200
DRF450-75S5XS	45*	43*/45	26*/(34*)	45	45*	26*/(34*)	32/(41)	15200	18400
DRD450-80S4X	45*	45	35	45	45*	35	44	13500	17000
DRD450-80S4XS	45*	45	35/(45)	45	45*	35/(45)	44/(45)	13500	17000
DRD450-80S5XS	Information available on request								

(xx) = Support jacks down (1) = May alter pending on model



**Attachment**

The primary function of the attachment is to firmly attach the container during lifting. This is done with four twistlocks which rotate, thereby securely gripping the container's corner fittings.

The mechanical levelling ensures that the twistlocks reach the corners, even if the container is leaning.

The attachment can easily be adapted to different container standards. A hydraulic motor drives the function via chains. The container can also be moved sideways to facilitate loading and unloading, or to compensate for unbalanced loads. Two hydraulic cylinders perform the side-shift movement.

**Attachment and rotator hydraulics**

The functions are fed with a constant pressure, which means there is no pumping of hydraulic oil when the functions are not in use. One valve serves all the hydraulic functions in the attachment. The valve ensures that each hydraulic function is fed the exact amount of oil needed to optimise the speed of the functions' movements. The attachment functions are damped in the end positions.

**Chassis**

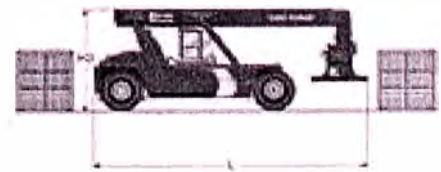
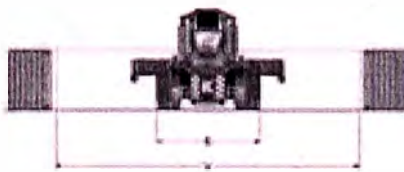
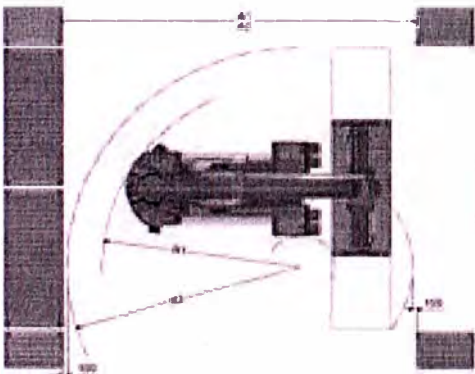
The frame forms the basis of the machine's lifting and manoeuvring characteristics. The frame's beam construction, along with its width, makes the reachstacker stable, torsion resistant and service-friendly.

Firstly, a large number of computer simulations have been run in order to eliminate critical tensions under various kinds of strain. The simulations were characterised by uncompromising demands on the fundamental principles of stability, manoeuvrability and visibility. Secondly, the machine has then undergone extensive field-testing to fully ensure its dynamic strength.

The reachstacker is available with a variety of wheelbases to fulfil demands on lifting capacity in relation to manoeuvrability and operating economy in the best way.

**Increased capacity**

In some cases, high capacity requirements in the second and third rows of containers, or on the far rail track, call for the benefit of support legs. In other cases, it may be the restricted handling space that determines the most suitable model.



**Dimensions**

Model	Aisle width (mm)		Turning radius (mm)		Main dimensions (mm)						Service weight (kg)
	A1 - 20 ft	A2 - 40 ft	R1 - 20 ft	R3 - 40 ft	B	V	L	H3	Clearance	Wheels	
DRF420-60S5	11200	13600	8100	9400	4150	6055-12185	11200	4500	250	18.00x25/36	64500
DRF450-60S5	11200	13600	8100	9400	4150	6055-12185	11200	4500	250	18.00x25/40	66400
DRF450-60S5X	11200	13600	8100	9400	4150	6055-12185	11200	4600	300	18.00x33/36	76500
DRF420-65S5	11600	13600	8500	9400	4150	6055-12185	11700	4500	250	18.00x25/36	65000
DRF420-65S6	11900	13900	8500	9450	4150	6055-12185	12000	4500	250	18.00x25/40	66200
DRF450-65S5	11600	13600	8500	9400	4150	6055-12185	11700	4500	250	18.00x25/40	66800
DRF450-65S6	11900	13900	8500	9450	4150	6055-12185	12000	4500	250	18.00x25/40	67800
DRF450-65S5X	11600	13600	8500	9400	4150	6055-12185	11700	4600	300	18.00x33/36	76300
DRF420-65S6X	11900	13900	8500	9450	4150	6055-12185	12000	4600	300	18.00x33/36	77200
DRF420-70S5	12100	13600	9000	9400	4150	6055-12185	12200	4500	250	18.00x25/36	65800
DRF450-70S5X	12100	13600	9000	9400	4150	6055-12185	12200	4700	300	18.00x33/36	77800
DRF450-70S5XS	12100	13600	9000	9400	4150	6055-12185	12200	4700	300	18.00x33/36	79300
DRF450-75S5XS	12500	13600	9400	9400	4150	6055-12185	12700	4750	300	18.00x33/36	82100
DRD450-80S4X	14900	15300	11000	11250	4500	6055-12185	14200	5150	425	21.00x35/36	102600
DRD450-80S4XS	14900	15300	11000	11250	4500	6055-12185	14200	5150	425	21.00x35/36	103100
DRD450-80S5XS	Information available on request										



# Driver environment

## No machine is better than its driver.

Kalmar's goal while developing the cabin has been to assure the driver the best conceivable safety, ergonomics and visibility.

## Sound and vibration

The cabin is separately suspended and isolated from the frame with powerful rubber dampers. Effective shock absorption minimises vibration. The cabin is fitted with insulation material both inside and out. The maximum noise level inside the cabin is 72 dB (A).

## Ergonomics

Controls and instruments are intuitively positioned and work the way a driver would expect. Search lights in the buttons and switches make them easy to identify and use, even in darkness.

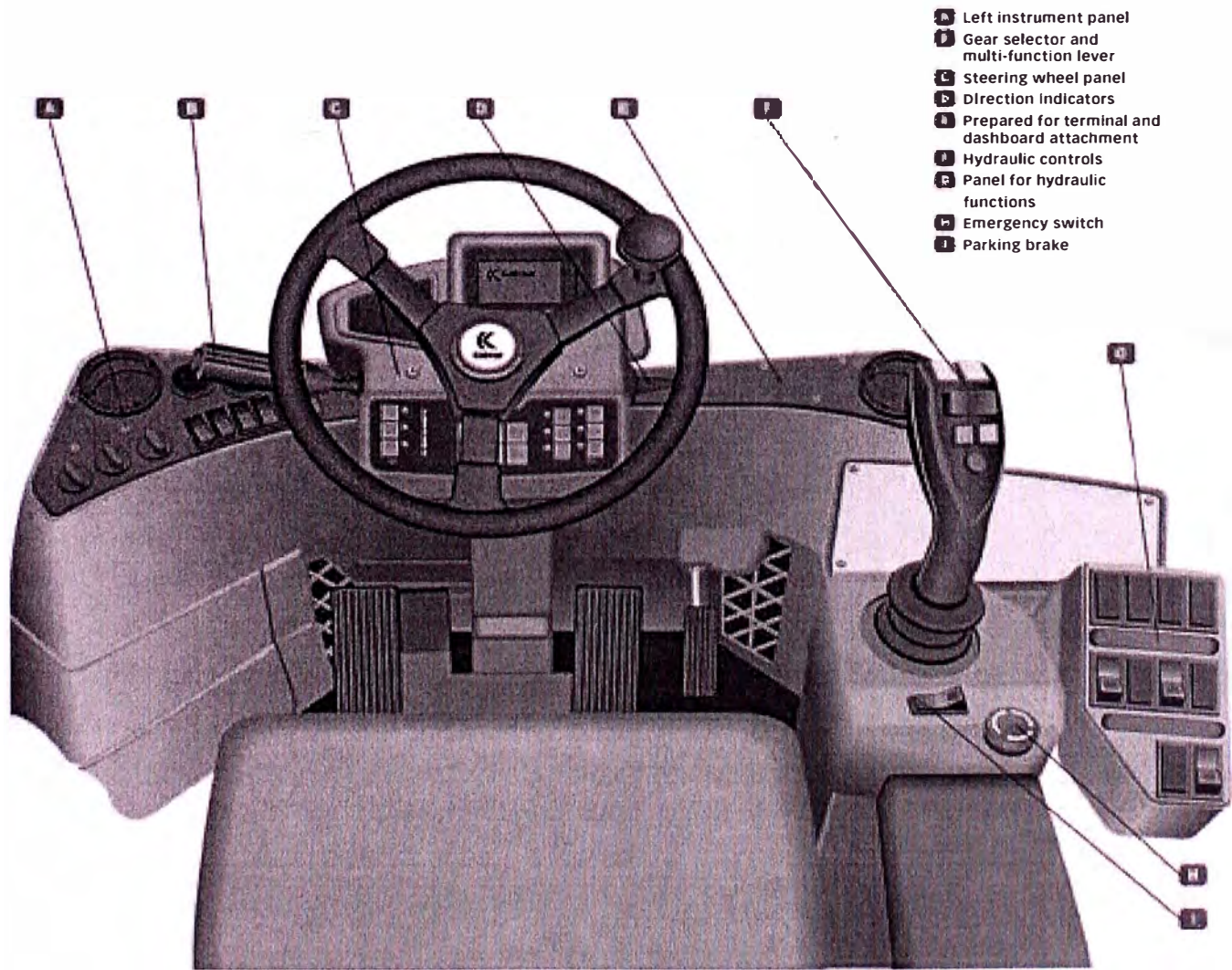
In the centre above the steering wheel is a display showing operating information, warning messages, error codes etc. To the left of the display is the panel for warning and indication lamps.

The driver's seat and control lever for the lifting functions can be adjusted to the optimum individual driving position.

The pedals are designed for high comfort, with a hanging accelerator. The internal dimensions are otherwise generous, offering an open floor space.

## Climate

An electronic controlled heating and ventilation system comes as standard, as do filters for fresh air and recirculation. An air cooling system is available as an optional extra. The cooling system provides a good cooling effect, even in extremely high temperatures. A pollen filter is available as an optional extra.





# Performance

**Performance is the result of how well the machine's functions work together.**

The efficacy of the lifting equipment is determined by a combination of lifting speed, capacity, visibility and user-friendliness. Lifting places heavy demands on the engine and working hydraulics, but lifting is only part of the operating cycle. Before the machine is in position to load or unload, the demands are instead on precise control with tight turning radius, effective brakes and high pulling power. And of course, all the functions must still perform optimally even after heavy use.



## Transmission

The transmission transfers power from the engine to the hydraulic pumps and drive line. The engine and gearbox control systems work together to find the optimum balance between power and fuel economy at any given point.

The transmission system consists of a torque converter and a gearbox. The same gearbox is used whichever engine is chosen. The gearbox is automatic, but can partly be shifted manually. The torque converter is a hydraulic coupling positioned between the engine and gearbox. The gearbox and torque converter work together via a joint hydraulic system.

Standard drive

## Brakes

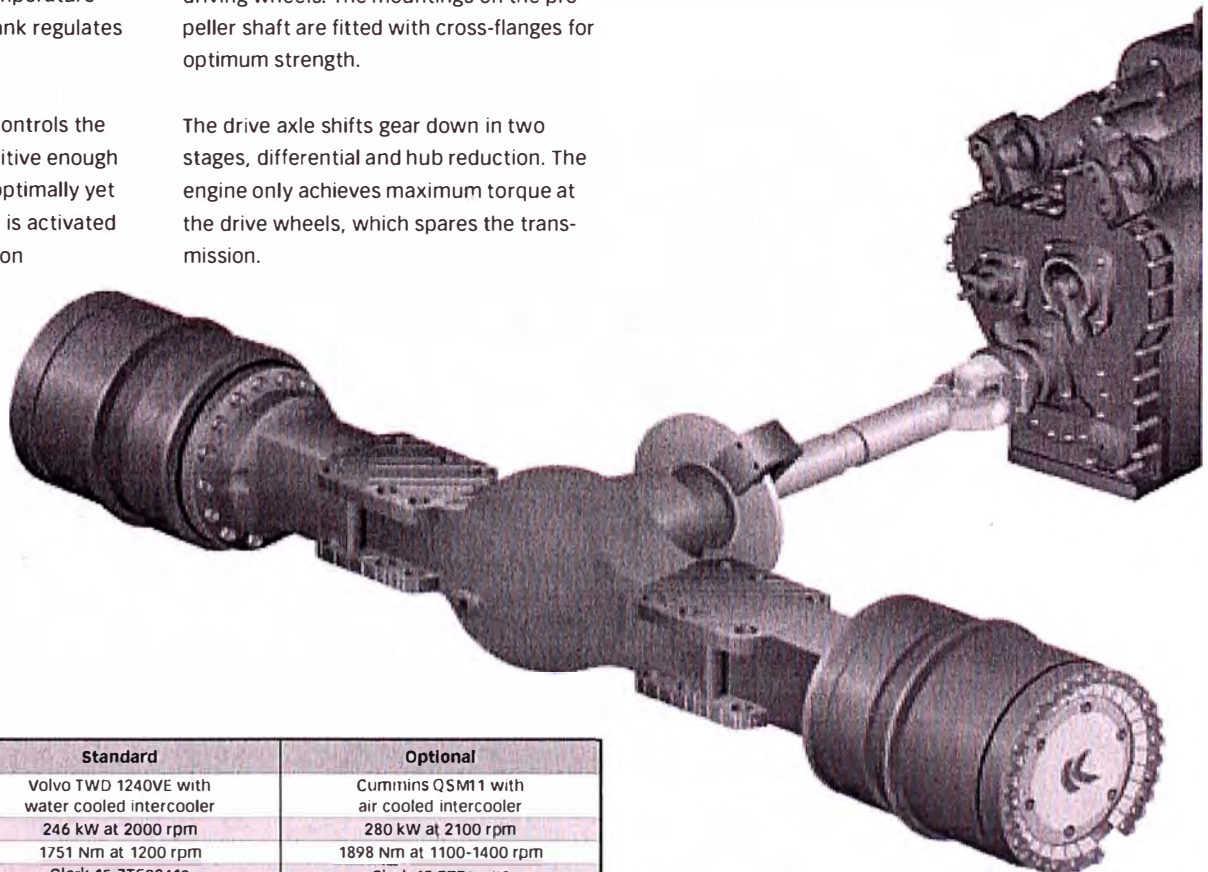
The brake circuit is separated from the hydraulic system and has its own tank, cooler and high-pressure filter. A temperature transmitter in the separate tank regulates the cooler fan.

The foot-brake valve, which controls the oil feed to the brakes, is sensitive enough so that the driver can brake optimally yet still gently. The parking brake is activated automatically when the ignition is turned off.

## Drive line

The propeller shaft and drive axle transfer the power from the transmission to the driving wheels. The mountings on the propeller shaft are fitted with cross-flanges for optimum strength.

The drive axle shifts gear down in two stages, differential and hub reduction. The engine only achieves maximum torque at the drive wheels, which spares the transmission.



## Drive train

		Standard	Optional
Engine	Manufacturer Model	Volvo TWD 1240VE with water cooled intercooler	Cummins QSM11 with air cooled intercooler
	Power	246 kW at 2000 rpm	280 kW at 2100 rpm
	Peak torque	1751 Nm at 1200 rpm	1898 Nm at 1100-1400 rpm
Transmission		Clark 15.7TE32418	Clark 15.7TE32418
Driving axle		Meritor PRC7534W4H140512	Meritor PRC7534W4H140512



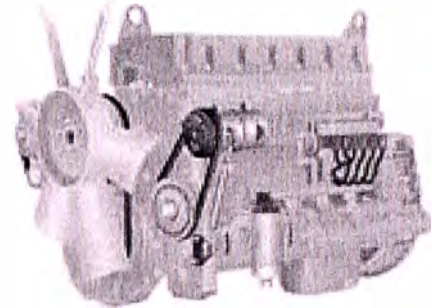
## Engine

A Volvo engine is standard. Cummins is available as optional extra. The engine provides power for driving and the working hydraulics. The engines are low-emission turbo diesels with unit injectors and intercoolers.

The design of the combustion vessels, along with the precise fuel injection control, ensures more efficient combustion. Emissions decrease, while power and torque increase. The engines fulfil the requirements of 97/68 EC stage 2, US EPA Tier 2, and sound and vibration standards PREN 13059.

The engine and transmission cooler is a single unit that uses the same fan. The engine cooler's separate expansion vessels are fitted with a level transmitter that indicates low coolant level.

When the engine temperature is too high or the coolant level or oil pressure too low, the engine's power output is actively reduced. Should the oil pressure fall below a certain level, the fuel feed to the engine is cut off automatically.

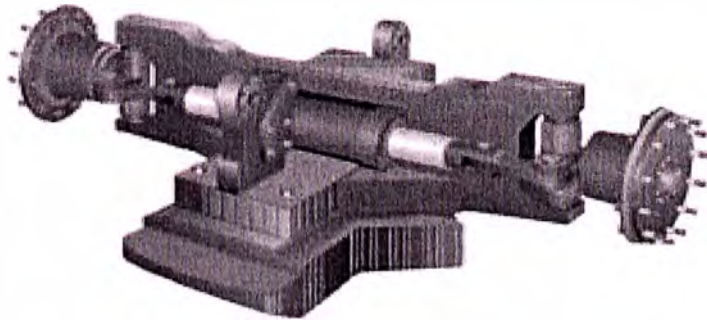
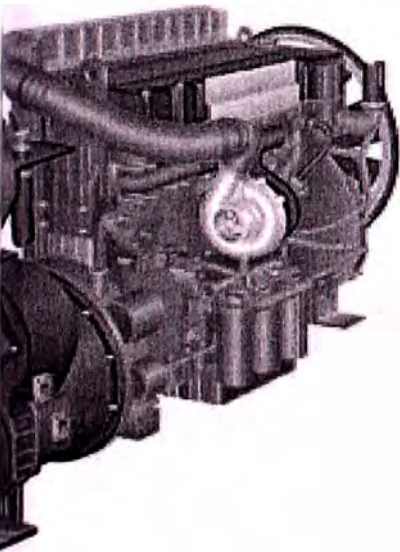


Cummins QSM11 with air cooled intercooler can be fitted as optional extra.

## Steering system

The steering axle has been cut from a single piece of robust steel, which means as few maintenance-requiring parts as possible and high structural strength. In the suspension points on the steering axle, a maintenance-free plastic material has been used.

The hydraulics that feed oil to the steering cylinder is optimised for enhanced driving sensation. Orbitrol and the priority valve jointly provide gentle yet precise steering movements.



The new steering axle has few maintenance-requiring parts and high structural strength.

## Performance

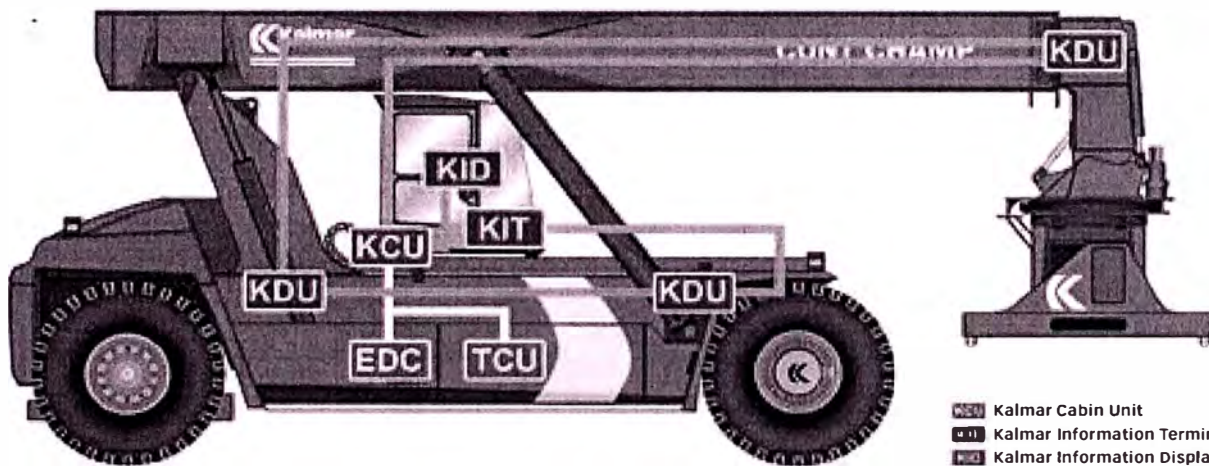
Model	Lifting speed(m/s)		Lowering speed(m/s)		Driving speed (km/h)		Grade ability (%)			Draw pull(kN)	
	unloaded	at 70% of rated load	unloaded	at rated load	unloaded (F/R)	at rated load (F/R)	at 2 km/h, unloaded	at 2 km/h, at rated load	max. unloaded	max	
DRF420-60S5	0,42	0,25	0,36	0,36	25/25	21/21	39	21	39	355	
DRF450-60S5	0,42	0,25	0,36	0,36	25/25	21/21	38	20	38	355	
DRF450-60S5X	0,42	0,25	0,36	0,36	27/27	21/21	32	19	34	314	
DRF420-65S5	0,42	0,25	0,36	0,36	25/25	21/21	39	21	39	355	
DRF420-65S6	0,42	0,25	0,36	0,36	25/25	21/21	38	20	38	355	
DRF450-65S5	0,42	0,25	0,36	0,36	25/25	21/21	38	20	38	355	
DRF450-65S6	0,42	0,25	0,36	0,36	25/25	21/21	38	20	38	355	
DRF450-65S5X	0,42	0,25	0,36	0,36	27/27	21/21	32	19	34	314	
DRF450-65S6X	0,42	0,25	0,36	0,36	27/27	21/21	32	19	34	314	
DRF420-70S5	0,42	0,25	0,36	0,36	25/25	21/21	39	21	39	355	
DRF450-70S5X	0,42	0,25	0,36	0,36	27/27	21/21	26	16	34	314	
DRF450-70S5XS	0,42	0,25	0,35	0,35	26/26	20/20	26	16	34	314	
DRF450-75S5XS	0,41	0,24	0,35	0,35	26/26	19/19	24	15	34	317	
DRD450-80S4X	0,40	0,20	0,33	0,31	25/25	20/20	27	19	41	449	
DRD450-80S4XS	0,40	0,20	0,33	0,31	25/25	20/20	27	19	41	449	
DRD450-80S5XS	0,40	0,20	0,33	0,31	25/25	20/20	27	19	41	449	

# The distributed control system

For the reachstacker to work perfectly a robust communication network is needed, along with a system that gives the functions power.

Two things are needed for a command initiated by the driver to result in a particular function, or for several functions to work together: power-feed and communication.

The power-feed supplies the machine's electrical and electrohydraulic functions with voltage, while the communication system controls and checks that the functions have been activated, waits in standby mode or indicates a fault.



The communication network layout.

## Communication

The distributed power-feed and communication network consists of electrical components and a microcomputer-based system for controlling and monitoring the reachstacker's functions.

The most important components in the network are the control units (nodes). They distribute control of the machine's functions. Each node has its own processor. The nodes integrate with each other and all communication; control signals and signal information are sent via data buses.

The nodes transmit their signals in messages on the network. Each message contains several signals and has its own address. Any units that need to know the status of a signal listen out for the address of the signal's message. All the nodes in the network listen to each other.

CAN-bus is a two-wire transfer of data and a definition of a bus type. CAN-bus technology has been chosen because it provides a

reliable, robust transfer of data and is difficult to disrupt. CAN-bus loops have been used in Kalmar machines since 1995.

The greatest benefit of using CAN-bus technology is that the amount of cabling can be reduced. All that is needed to establish communication are two data-bearing leads and two leads for feeding the nodes' processors. The network loop for both the CAN-bus and the nodes' processor feed are redundant.

The Kalmar Cabin Unit (KCU) is the control node for the entire network. There are several nodes, called KDUs (Kalmar Distributed Units), in the network. Each node is positioned near to the functions it is designed to deal with. With certain optional equipment, further nodes (KDUs) are connected to the existing network near to where the specific functions are located.

The Transmission Control Unit (TCU), which is the gearbox node, deals with the gearbox. The unit is connected in a

separate CAN-bus loop with the EDC engine node (Engine Diesel Control) and KCU. The engine node controls the fuel injection and receives its control signals from its own transmitters on the engine.

## Power supply

Power-feed for the functions differ from the feed required for communication and feeding of the nodes' processors.

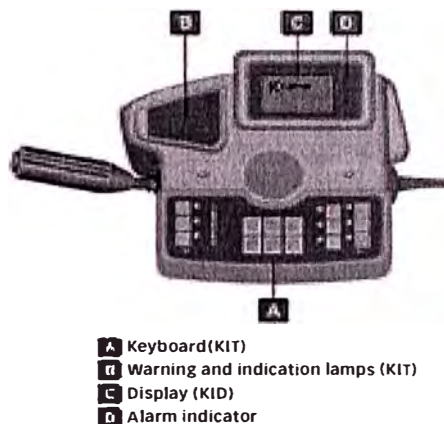
Each distribution unit (node) in the distributed network is fed voltage from one of the power distribution boxes. The distribution boxes are located inside the cabin and on one side of the frame. The distribution units (nodes) guide power from the distribution box to the required functions based on the instructions in the messages from the communication network.



### Control functions

The driver and machine communicate via the Kalmar Information Terminal (KIT) and the Kalmar Information Display (KID). Control signals initiated by the driver are transferred to the KCU, which handles all incoming signals from the controls in the cabin, and sends messages out into the communication network.

The system also distributes information to the driver such as alarm warnings, operating details and action-guided information. In these cases, messages are sent from one of the nodes in the network, captured by the KCU, and then presented in the KID or the panel for warning and indication lamps. The KID shows information from the control units in the form of messages, status, fault indication etc.



- A** Keyboard (KIT)
- B** Warning and indication lamps (KIT)
- C** Display (KID)
- D** Alarm indicator

## Reliability

**High reliability is achieved by reducing the number of components and ensuring each individual component maintains a consistent high quality.**

One of our guiding principles in designing the reachstacker was to minimise the number of potential sources of error. Therefore, the machine consists of as few components and moving parts as possible. The functionality and operational reliability of each component is assured by extensive testing.



### The machine's structure

Kalmar has been making reachstackers since the mid-1980s. There are a lot of Kalmar machines around the world, used in all kinds of climates. Overall, this has helped build our completely unique experience of this machine type. The machine's lifting equipment, frame and structure has been fine-tuned over the years, and today we can offer the best balance of performance and operational reliability in the machine's mechanical components and structure.

### Hydraulic components and couplings

The number of hydraulic components and hydraulic couplings has been minimised. The main valve has an integrated servo, which helps increase control of the oil flow and keep the number of components to a minimum.

The boom's lifting and extension cylinders are fitted with double gaskets. Moreover, the machine is fitted with extremely reliable, well-sealed ORFS (O-Ring Face Seal) couplings in all the hydraulic hoses as standard.

### Temperature control and hydraulic cleanliness

In order to maintain optimum functionality in the hydraulic system even under extreme operating conditions, cleaning and cooling of the hydraulic oil is highly efficient. The brake circuit is separated from the rest of the hydraulic system and is fitted with its own cleaning process and cooling system.

### Redundant communication network

The control and monitoring system is totally newly developed (see the distributed control system). A network of distributed control units (nodes) contains less cabling and fewer couplings, which means fewer sources of error.

The power-feed for each node is independent of the other nodes, which help prevent other nodes from being disrupted, should one stop working. The same applies to the transfer of control signals. Both the power-feed and control signal transfer are redundant, so that power or signals always have two paths to choose for maintaining communication, thus offering extra safety and reliability.



# Standard equipment

## Chassis

- Safe angled entrance
- Lifting eyes front/rear
- Towing pin (incasted)

## Body

- Steps with anti slip protection
- Rear view mirrors on each side

## Steering axle

- Rear axle: Kalmar
- Double acting steering cylinder

## Drive train

- Engine: Volvo TWD1240VE
- Transmission : Clark 15.7TE32418
- Engine protection system
- Transmission protection system
- Preheating engine
- Front axle : Meritor

## Cabin

- ECH, electronic controlled heater
- Fresh air and recirculation filter
- Step for roof access
- Instep handle
- Fixed drivers seat BEGE
- Armrest right hand side
- Wipers/washers on front, rear and roof pane
- Interval wipers on front, rear and roof pane
- Tinted windows
- Sliding window on left side
- Lockable doors (key)
- Door with air damper
- Inside rear view mirror
- Interior light with fade away
- Background button light
- Joystick for boom and attachment functions
- Automatic gas at lifting/extension
- Control panel in cabin for top lift (std incl. 3 button)
- Fixed steering column.
- Steering wheel knob
- Horn
- Electric accelerator pedal (hanging)
- 24 V outlet
- Brake pedal incl. Transm. Disconnection (declutch)

- Button for electronic hand brake
- Warning buzzer for not activated hand brake, leaving seat
- Automatic gear shifting
- Only first gear activated
- Only second gear activated

## Instrumentation

- Graphic display with automatic fault analyses
  - Alignment indicator spreader
  - Actual gear
  - Engine rpm
  - Travelling speed
  - Fuel bar
  - Hydraulic oil temperature
  - Transmission oil temperature
  - Engine oil pressure
  - Engine coolant temperature
  - Overload warning
  - Overload warning steering axle
- Hour meter
- Charging
- Direction indicator
- High beam
- Parking brake
- Low fuel level
- Failure indicator
- Low brake pressure
- Safety system disconnected
- High engine coolant temperature
- Low engine coolant level (not on Cummins)
- Preheating engine
- Hydraulic oil temperature
- Low engine oil pressure
- Transmission oil temperature
- Indication locked twistlock
- Indication alignment
- Indication opened twistlock

## Wheels

- Tyres : 18.00 x 25
- Wheel nut protection

## Lifting boom

- Lifting boom std 5 high(6-7m wheel base)

## Hydraulics

- Return filters hydr. Oil (10 micron)
- Pressure filter brakes (10 micron)
- Load sensing pumps (4 pcs)
- Vane pumps (2 pcs for brakes and cooling)
- Visual level glass hydraulic tank/brake tank
- Regeneration system (lift and extension boom)
- Environmental air filter hydraulic tank

## Electrics

- Electrical system 24 V
- Main power switch
- 2 working lights on attachment
- 2 working lights on boom
- 2 working lights on front edge cabin
- 2 rear lights on fenders activated in reverse
- 2 head lights on front fenders
- 2 position lights on each side
- Lights high/low beam front
- Tail lights, brake lights
- Blinkers front and rear
- Rotating beacon
- Flashing brake lights when reversing

## Attachment

- Top lift 20'-40' (cap. 45 ton)
  - Sideshift  $\pm 800$  mm
  - Mechanical levelling  $\pm 5^\circ$
  - Rotation  $+195^\circ/-105^\circ$
- Floating ISO twistlocks

## Signs and documentation

- Load chart diagram in cabin
- Machine data plate chassi incl. load chart
- Warning stickers
- Information stickers
- Fuse diagram
- Instruction manual
- Maintenance manual
- Spare parts catalogue



## Service friendly

**Few, short stoppages for service and maintenance minimise loss of production time.**

In the longer term, the reachstacker's reliability is a crucial parameter in the overall handling economy. At the same time, each machine must be service-friendly so it can be maintained and repaired quickly and easily, thereby maintaining high reliability.

Kalmar's products have always been very service friendly as we continuously strive:

- to minimise the number of components
- to choose the highest quality components throughout
- to use lubrication-free options wherever possible
- to optimise accessibility for service and maintenance

### Service accessibility

The top covers on the frame can be removed quickly and easily. Most of the main components are easily accessible from above in the broad frame when inspection and maintenance need to be carried out. The cabin can also be moved lengthwise thus further increasing ease of access.



### Fault identification

The control and monitoring system offers completely new opportunities for fault identification. There are over 400 fault codes and 140 diagnostics menus built into the system.

The overall aim is to make stoppages as few and as short as possible. With this machine, Kalmar has created the best possible balance between performance and operating economy - in other words, a low cost over the entire life cycle of the reachstacker.



**High availability and grouped service points makes daily inspections and maintenance work easy.**

Make things easy

## Kalmar global partner

### Local presence, globally

Kalmar is a global supplier of heavy materials handling equipment and services for ports, terminals, industry and intermodal handling.

Local presence means that we can support our customers throughout the product's life cycle, wherever they are.

Our products are manufactured in Sweden, Finland, the USA and the Netherlands.



## Other reachstacker models



Intermodal ContChamp



Empty Container Handler ContChamp



Container Handler ContMaster

[www.kalmarind.com](http://www.kalmarind.com)



A Partek Company

**Kalmar Industries AB** SE-341 81 Ljungby, Sweden, tel. +46 372 260 00, fax +46 372 263 90. **Kalmar Industries Sverige** Torggatan 3 SE-340 10 Lidhult, tel. +46 372 260 10, fax +46 372 659 77. **Kalmar Industries Oy AB** p.o box 387 FI-33101 Tampere, tel. +358 3 265 81111, fax +358 3 265 8201. **Kalmar Pacific Limited** Rm 1501-04, prosperity centre, 77-81 Container port road, Kwai chung, n.t. Hongkong, tel. +852 2944 8383, fax + 852 2944 9966. **Kalmar Industries USA Inc.** 415 East Dundee street, Ottawa, Kansas 66067, tel. +1 785 242 2200, fax +1 785 242 6117

921524-0711/02-12 Råd & Resultat Kommunikation AB  
We reserve the right to change the design and technical data without prior notice.



# Terminal tractor y Chasis



## Ottawa 4x2 Off Road Standard Specifications

### 4X2 YARD TRACTOR

#### STANDARD FEATURES

- Cummins Tier 3 QSB6.7-160 HP @2200 RPM, 540-lb/ft torque @1500 RPM Electronic-CAC with primary fuel filter
- Allison 3000RDS Transmission (3 speed)
- Front Axle: Meritor FF-961, 12,000 lb
- Rear Axle: Meritor RS-23-186, 7.83:1 ratio, solid mount to frame
- 110" Wheelbase with "L" frame reinforcement
- Fifth wheel: Holland FW-3500, 70,000 lb plate rating
- Fifth wheel lift cylinders: 5" diameter 60,000 lb rating
- Tires 11R22.5 Steel belted radials 14PR
- Wheels 22.5" X 8.25" 285 mm hub piloted, 10 hole steel disc
- Vertical exhaust system with heat shield
- Air cleaner, frontal inlet
- Back-up light, stop and turn signals
- Step - battery box 16" wide
- Cab side vent (riveted)
- Drive shaft Spicer 1710 series
- Approximate Vehicle Weight 14,500 lb
- GCWR 96,000 Lbs
- Maximum Ground Speed 25 MPH

#### TRAILER EQUIPMENT

- Two (2) color coded, coiled air lines with glad hand receivers, 7 wire female receptacle at rear of cab

#### STEERING

- Gearbox type integral power steering with mechanical back up
- Constant running PTO/pump with priority steering circuit

#### CAB FEATURES

- Cab air ride, 3-point mount suspension
- Cab with raised roof: 50" X 65" X 68" welded steel and driver's side door which has a full length piano hinge and an aluminum sliding rear door
- Cab insulation, for thermal protection and noise abatement
- Cab tilt: Electric 45° with 90° tilt capability
- Platform, rear of cab
- Air Ride Seat with isolator
- Seat belt with 2-point mount
- Tinted glass all windows
- 40,000 BTU fresh air heater/defroster
- West coast 16" X 7" mirrors

#### Cab gauges:

Volt meter, oil pressure, water temperature, fuel level, air pressure, speedometer and 5-digit hour-meter

#### Cab controls:

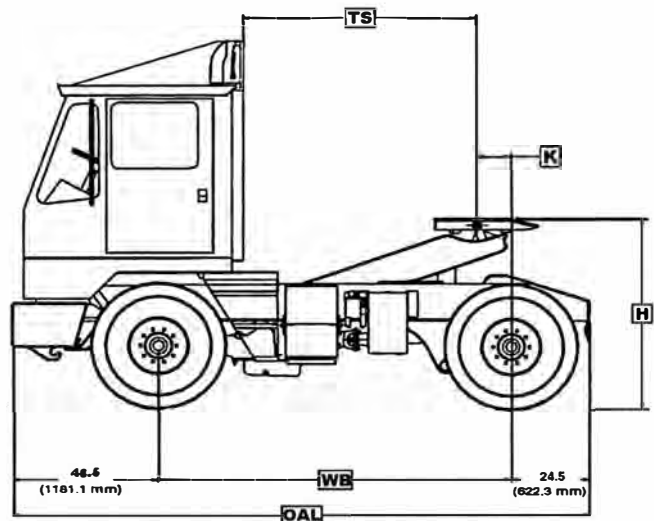
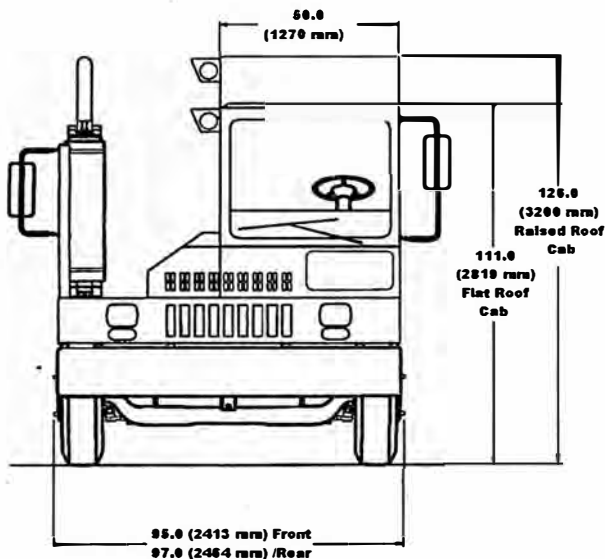
Accelerator, tractor/trailer brakes, gear selector, fifth wheel elevation, steering wheel 18" soft touch, headlights, electric horn, heater defroster and electric windshield wiper control, directional turn signals, rear flood light upper right hand side, 5th wheel unlatch

#### WARNING DEVICES

- Low air pressure light and alarm
- Transmission high oil temperature warning
- Headlight hi-beam indicator
- Electric backup alarm



## Ottawa 4x2 Off Road



		BOOM POSITION STANDARD LIFT	
WB	DIM	UP	DOWN
110" (2794 mm)	TS	73.4 (1863 mm)	77.5 (1958 mm)
	K	10.2 (259 mm)	6.1 (154 mm)
	H	63 (1600.2 mm)	46 (1168.4 mm)
	OAL	181 (4597.4 mm)	

### HYDRAULIC SYSTEM

- 16 gallon tank with sight glass
- 10 GPM pump
- 5" hydraulic lift cylinders
- Hydraulic system fittings with "O" Ring
- 5th Wheel Boom lift 17"

### BRAKES

- Front: "S" Cam type 16.5" X 5" air actuated
- Rear "S" Cam type 16.5" x 7" air actuated
- Manual slack adjusters front and rear

### FRAME FEATURES

- Welded 50,000 psi steel with 12" x 3 3/8" X 3/8" formed channel 43.25" wide frame with "L" frame reinforcement (1,835,000 in/lb RBM)
- 55° tapered deck curbside with reinforced removable bumper
- 50-gallon frame mounted round fuel tank, curbside
- Integral front and rear tow eyes

### PNEUMATIC SYSTEM

- 15.2 CFM Wabco compressor with 2-tank air reservoir system total capacity 3582 cu. in.
- Color-coded air lines

### ELECTRICAL SYSTEM

- 12 Volt neg. ground with circuit breakers, 130-amp minimum charge alternator, color coded wiring in separate removable harness, 12-volt starter with positive engagement, two (2) 12-volt low maintenance batteries, cab dome light

### PAINT FINISH

- Cab: white DuPont Imron 5000
- Chassis and components powder coated primer, top coated with polyurethane, paint black
- Wheels: Paint "E" coat white
- Rubberized undercoating under cab and deck





## Ottawa 6x4 DOT/EPA Certified Standard Specifications

### 6 X 4 YARD TRACTOR

#### STANDARD FEATURES

- Cummins ISB-07 200 HP @ 2300 RPM  
520 lb/ft torque @1600 RPM  
certified turbo diesel with primary fuel filter
- Allison 3000RDS Transmission (4 speed)
- Front Axle: Meritor FF-961, 12,000 lb
- Rear Axle: Meritor RT-40-145 7.17:1
- Ridewell dynalastic Suspension, 48,000 lb.  
rating
- 146" Wheelbase with "L" reinforcement
- Fifth wheel: Holland FW-3500, 70,000 lb  
plate rating
- Fifth wheel lift cylinders: 5" diameter, 60,000  
lb rating
- Tires 11R22.5 Steel belted radials 14PR
- Wheels 22.5" X 8.25" 285 mm hub piloted,  
10 hole steel disc
- Vertical exhaust system with heat shield
- Air cleaner, frontal inlet
- Back-up light, stop and turn signals
- Mud-flaps rear spring loaded
- Battery box with step 16" width
- Cab side vent (riveted)
- Drive shaft Spicer 1710 series
- Approximate Vehicle Weight 18,000 lbs.  
GCWR 80,000 Lbs

#### TRAILER EQUIPMENT

- Two (2) color coded, coiled air lines with  
glad hand receivers, 7 wire female  
receptacle at rear of cab, 7 wire coiled  
trailer light cable

#### STEERING

- Gearbox type integral power steering with  
mechanical back up
- Constant running PTO/pump  
with priority steering circuit

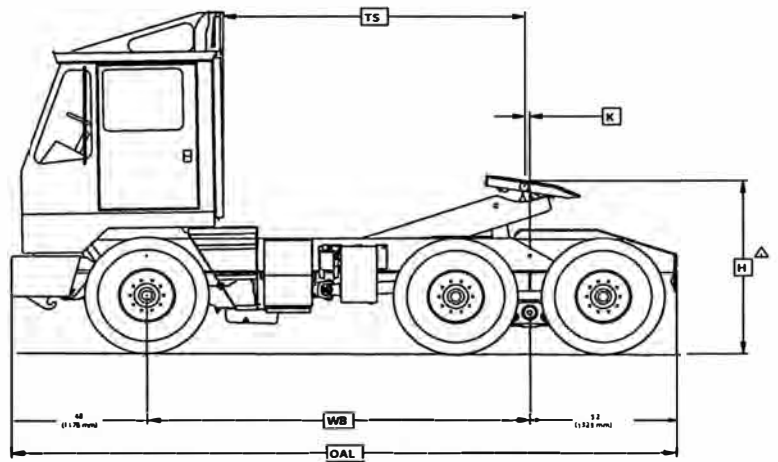
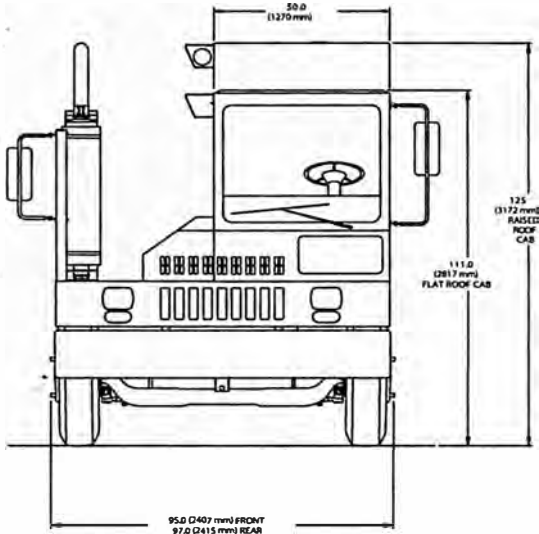
#### CAB FEATURES

- Cab air ride, 3-point mount suspension
- Cab with raised roof: 50" X 65" X 68" welded  
steel and driver's side door which has a  
full length piano hinge and an aluminum  
sliding rear door
- Cab insulation, for thermal protection and  
noise abatement
- Cab tilt: Electric 45° with 90° tilt capability
- Platform, rear of cab
- Air Ride Seat with isolator
- Seat belt with 2-point mount
- Tinted glass all windows
- 40,000 BTU fresh air heater/defroster
- West coast 16" X 7" mirrors
- See through sun visor
- ICC light package
- **Cab gauges:**  
Volt meter, oil pressure, water  
temperature, fuel level, air pressure,  
speedometer and 5-digit hour-meter
- **Cab controls:**  
Accelerator, tractor/trailer brakes, gear  
selector, fifth wheel elevation, steering  
wheel 18" soft touch, dash light controls,  
turn signals, electric horn, heater defroster,  
electric windshield washer, electric  
windshield wiper control, door locks,  
headlights, side and front clearance lights,  
inter axle lock, rear flood light upper right  
side, 5th wheel unlatch

#### WARNING DEVICES

- Low air pressure light and alarm
- Transmission oil high temperature  
warning
- Headlight hi-beam indicator
- Electric backup alarm
- Engine temperature/oil pressure
- Engine protection warning system

## Ottawa 6x4 DOT/EPA Certified



		BOOM POSITION	
WB	DIM	UP	DOWN
146" (3708.4 mm)	TS	113 (2874 mm)	118 (2989 mm)
	K	6.0 (153 mm)	1.5 (38 mm)
	H	66 (1664 mm)	48.0 (1211 mm)
	OAL	244 (6207 mm)	

### HYDRAULIC SYSTEM

- 16 gallon tank with sight glass
- 10 GPM pump
- 5" hydraulic lift cylinders
- Hydraulic system fittings with "O" Ring
- Boom lift 17"

### BRAKES

- Split Brake system
- FMVSS 121 Brake system with ABS
- Front: "S" Cam type 16.5" x 5" air actuated
- Rear: "S" Cam type 16.5" x 7" air actuated
- Automatic slack adjusters front and rear

### FRAME FEATURES

- Welded 80,000 psi steel with 12" x 3 3/8" X 3/8" formed channel 43.25" wide frame with "L" frame reinforcement (3,878,000 in/lb RBM)
- 55° tapered deck curbside with reinforced removable bumper
- 50-gallon frame mounted round fuel tank, curbside
- Integral front and rear tow eyes

### PNEUMATIC SYSTEM

- 15.2 CFM Wabco compressor with 3 tank air reservoir system total capacity 5688 cu. in
- Color-coded air lines

### ELECTRICAL SYSTEM

- 12 Volt neg. ground with circuit breakers, 130-amp minimum charge alternator, color coded wiring in separate removable harness, 12-volt starter with positive engagement, two (2) 12-volt low maintenance batteries, cab dome light.

### PAINT FINISH

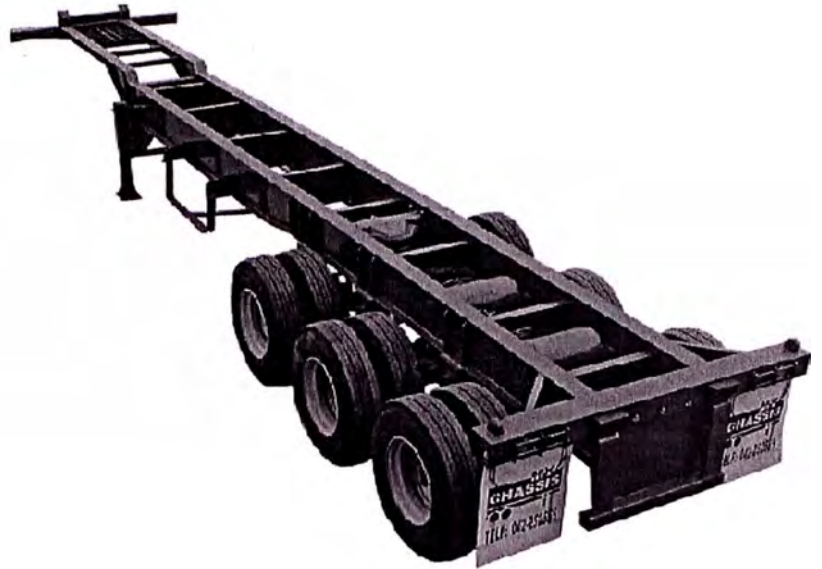
- Cab: white DuPont Imron 5000
- Chassis and components powder coated primer, top coated with polyurethane, paint black
- Wheels: Paint "E" coat white
- Rubberized undercoating under cab and deck



# 40' Gooseneck Chassis 3 Ejes

## Funcion:

Transportar  
Un Container de 40'  
(maximo peso 75.000 lbsrs.)



## ESPECIFICACIONES

Largo: 40' 6"  
Ancho: 96"  
Ubicacion del Tandem: 54"  
Ubicacion del King Pin: 30 1/2"  
Maxima Altura Altras: 48"  
Ancho de Rieles Principales: 40"  
Vigas Principales: Seccion frontal Perfil fabricado tipo I, 19" de altura, alma 1/4" y tapas superior e inferior 1/2" y en la seccion posterior perfil fabricado tipo I de 14 1/2" de altura, alma de 1/4" y tapas superior e inferior de 1/2".  
Vigas del Cuello de Ganzo: Viga tipo I-beam de 5" formada con alma de 1/2" y tapas superior e inferior de 1/2".  
Travezanos: Perfil doblados en " U ".  
Plancha Kin Pin: Plancha de 1/4" y refuerzos del king de 1/2".  
Apoyo Frontal: Tipo Tubo 6 x 6" espesor 1/4" y refuerzos de 5/16" en los extremos.  
Apoyo Posterior: Tipo Tubo de 8 x 8" tapa de 1/2".  
Seguros para los Containers: ISO standards.  
Guardachoque: Platina de 4x 1/2" y Escalon Tubo 4 x 4" espesor 3/16".  
Patatas: Tipo Binkley cuadradas de dos velocidades. 50.000 lbsr capacidad dinamica y 140.000 lbsr. Estatica; zapatonas 10x10".  
Suspension: Tipo Hutch 9700 de paquetes resortes cua tro hojas o Ampro con paquetes 11 hojas.

Ejes: Tres Ejes cuadrados tipo pro-par 5x5" con rodamientos HM518445 track 71.5", 49" centro entre ejes y 22.500 lbsr. de capacidad.  
Rodaje: Tambor 16 1/2 x 7" y Arania 20" de seis aspas; zapatas standard.  
Lubricacion: Grasa EP-2.  
Aros: 20 x 7.5" abiertos en el centro y Separadores 20 x 4".  
Llantas: 10.00 x 20 con tubo y defenza.  
Sistema Electrico: 12 voltios, acople de 7 pins cableado modular y luces tipo trucklite.  
Sistema de Frenos: Neumatico con dos tanques, cuatro pulmones dobles y dos valvulas.  
Pre paracion del Metal: Limpieza con chorro abrazivo y secado del metal.  
Pintura: Primer 70% cromato de zing y capa final Sintetico.  
Marcas: Placa caracteristicas y logotipos del cliente.  
Guardalodos: Plasticos empernados al apoyo posterior.  
Aceros y Pernos: Acero estructural de alta resistencia ASTM A36 y pernos grado 5.



FABRICACION - REPARACION - MANTENIMIENTO

Km.27 Via Perimetral  
Guayaquil - Ecuador  
Telefax: (593-4) 2252 555  
Cel: 093-448925  
E-mail: ventas@mychassis.com  
www.mychassis.com

# Apilador de contenedores vacios



# Dedicated for empty container handling

Kalmar has for a long time been developing machines especially adapted to the handling of empty containers. Our empty container handlers are today operating all over the globe.

In order to get the optimum balance of economy, lifting height and performance for each client, Kalmar can offer a wide range of empty container handlers. Our range stretches from a capacity of 3 high up to 8+1 high.

The containers must be moved and stacked fast, safely and efficiently independent of lifting height.

Beside from driving fast and safe, stacking is a time-consuming job that demands preciseness. This places heavy demands on the stability of the machine, mast and spreader together with user friendliness during handling. Another key factor is to create an unobstructed field of vision.

These characteristics combined allow the operator to focus on the task instead of the management of the machine.

Kalmar has developed empty container handling concepts for both single- and double stacking for different lifting heights. The decision on which concept is most suitable is depending on individual operational demands.

Capacity and dimensions				DCE 70-32/35, DCD 70-40			DCE 80-45				
				E3	E4	E5	E5	E6	E7	E8	
Lifting	Lift capacity	Rated		kg	7000	7000	7000	8000	8000	8000	8000
		Load centre	L4	mm	1220	1220	1220	1220	1220	1220	1220
	Number of containers	8'6" container			3	4	5	5	6	7	8
		9'6" container			3	4	5	5	6	7	8
Dimensions	Truck	Truck length	L	mm	5595	5845	6355	6900	6900	6900	6900
		Truck width	B	mm	2540	2900	3500	4000	4000	4000	4000
	Truck height, basic machine	Spirit Delta	H6	mm	2920	2920	3840	3940	3940	3940	3940
	Seat height		H8	mm	1790	1790	2700	2800	2800	2800	2800
	Distance between centre of front axle - front edge of attachment		L2	mm	1265	1265	1275	1150	1150	1150	1150
	Wheelbase		L3	mm	3250	3500	4000	4550	4550	4550	4550
	Track (c-c)	front		mm	1855	2210	2800	3270	3270	3270	3270
		rear		mm	1960	1960	1960	2250	2250	2250	2250
	Turning radius	outer	R1	mm	4360	4785	5400	6000	6000	6000	6000
		inner	R2	mm	125	20	285	200	200	200	200
	Ground clearance, min.			mm	250	250	250	250	250	250	250
	Max height when tilting cab	Spirit Delta	T1	mm	3395	3395	-	-	-	-	-
	Max width when tilting cab	Spirit Delta	T2	mm	3380	3380	-	-	-	-	-
	Min. aisle width for 90° stacking with forks	8'6" container	A1	mm	8900	9200	9500	10000	10000	10000	10000
9'6" container		A1	mm	13800	13900	13950	14000	14000	14000	14000	
Standard duplex mast	Lifting height		H4	mm	7000	10000	13000	13000	13000	13000	13000
		min.	H3	mm	5195	7075	8540	8540	8540	8540	
	Mast height		H5	mm	8695	12075	15040	15040	15040	15040	
		max									
Mast tilting, forwards - backwards		α - β	°	3 - 5	3 - 5	3 - 5	3 - 3	3 - 3	3 - 3	3 - 3	
Attachment	Width	b	mm	6064	6064	-	-	-	-	-	
	Height under twistlock	H10	mm	2120	2120	2180	2180	2180	2180	2180	
	Height under hooks	H10	mm	-	-	-	-	-	-	-	
	Sideshift ±	V1	mm	140	140	600	600	600	600	600	
Weight	Service weight		kg	22900	23900	30900	33850	34350	35500	37050	
	Axle load front	Unloaded	kg	14700	15600	21100	21300	21800	22950	24500	
		At rated load	kg	27100	27600	32500	33450	33950	35100	36650	
	Axle load back	Unloaded	kg	8200	8300	9800	12550	12550	12550	12550	
At rated load		kg	2800	3300	5400	8400	8400	8400	8400		
Wheels, brakes, steering	Wheels /tyres	Type, front-rear			Pneumatic			Pneumatic			
		Dimensions, front-rear	Inch		12,00 x 20/20PR			12,00 x 24 - 12,00 x 24			
	Number of wheels, front-rear (*driven)			4* - 2			4* - 2				
	Pressure	MPa		0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	
Steering system	Type - manoeuvring			Hydraulic servo - Steering wheel			Hydraulic servo - Steering wheel				
Service brake system	Type - affected wheels			Oil cooled disc brakes (Wet disc brakes - drive wheels)			Oil cooled disc brakes (Wet disc brakes - drive wheels)				
Parking brake system	Type - affected wheels			Dry spring activated disc brake - drive wheels			Dry spring activated disc brake - drive wheels				
Misc.	Hydraulic pressure	Max	MPa	19,5	20	16,0	19,0	19,0	19,0	19,0	
	Hydraulic fluid volume		l	225	225	220	320	320	320	320	
	Fuel volume		l	200	200	205	380	380	380	380	
	Starting battery	Voltage - capacity	V-Ah		2 x 12 - 140			2 x 12 - 140			





## Performance

**Performance is the result of how well the machine's functions work together.**

The efficiency of the lifting equipment is determined by a combination of lifting speed, capacity, visibility and user-friendliness.

Lifting places heavy demands on the engine and working hydraulics, but lifting is only part of the operating cycle. Before the machine is in position to load or unload, the demands are instead on precise control with tight turning radius, effective brakes and high pulling power. And of course, all the functions must still perform optimally even after heavy use.



### Engine

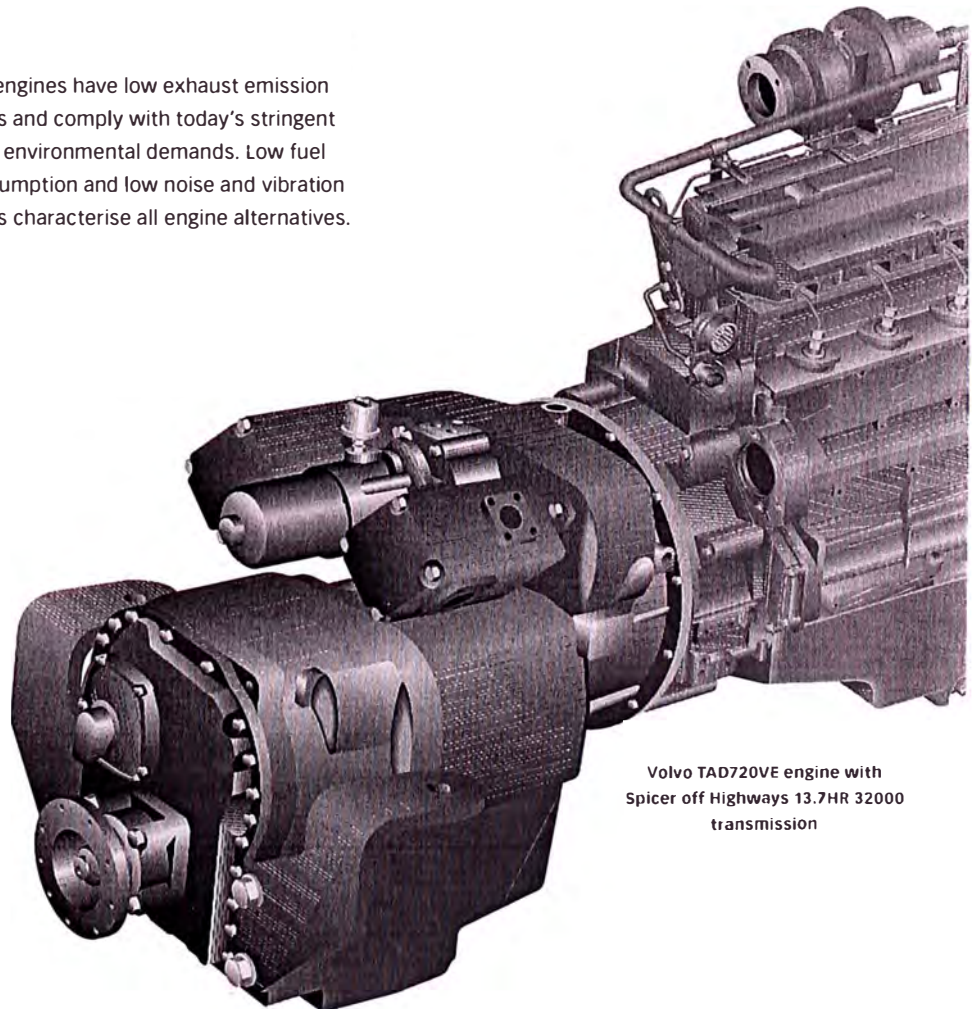
All empty container handlers are equipped with straight six cylinder turbo charged engines equipped with intercooler. The engines are adapted to the special working conditions of empty container handling, with high power and torque levels at low engine speeds.

The engines have low exhaust emission levels and comply with today's stringent legal environmental demands. Low fuel consumption and low noise and vibration levels characterise all engine alternatives.

### Transmission

All trucks in the series are equipped with well proven hydrodynamic transmission systems.

The transmission has integrated gearbox and torque converter, for smooth, quick acceleration with a minimum of "clutch-slip". Gear changing is electrically achieved via solenoid valves with three reverse and three forward gears, controlled by means of an easily operated multifunction lever.



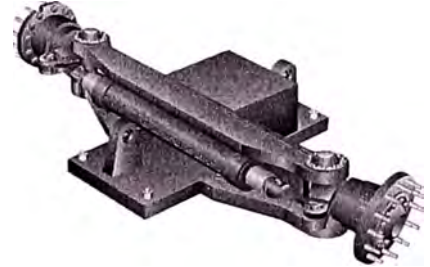
Volvo TAD720VE engine with Spicer off Highways 13.7HR 32000 transmission



### Steering System

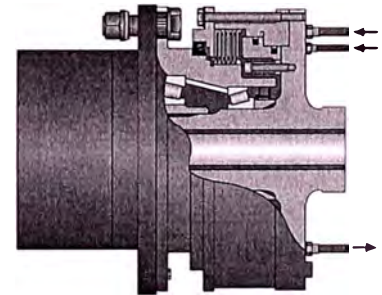
The steering system is completely hydraulic. The steering axle is a robust construction with double-acting cylinder. The pendulum suspension of the axle, over powerful spherical rubber bushings, has a long operative life span and is totally maintenance free.

The minimal number of parts ensures operational reliability, a minimum of service points and easy maintenance. The steering geometry allows a tight turning circle.



### Service Brake System

All empty container handlers are equipped with Wet Disc Brakes with oil cooled discs that are alternately fixed to and rotating with the hub. When the brakes are applied, the discs are pressed together by hydraulic pressure from the brake pedal, which provides effective braking. The system is virtually maintenance free and can cope with heavy loads over an extended period of time, with no fade and without the need for brake adjustments.



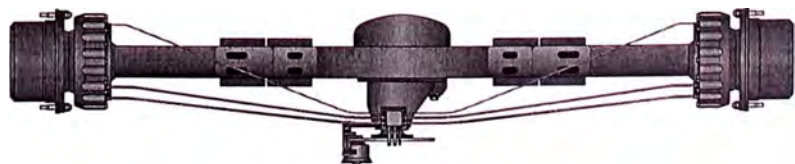
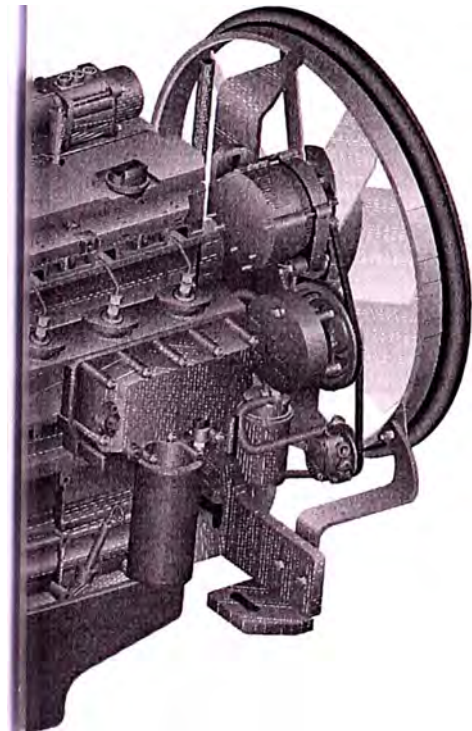
Wet Disc Brakes

### Drive axle

The drive axles are designed to cope with the tough working environments in ports and terminals. All axles has reduction in two stages - differential and hub reduction, which ensures a minimum of strain on the transmission system. The drive axles are fitted with a hydraulic braking system.

### Parking Brake System

The parking brake system consists of a dry disc brake on the ingoing shaft of the drive axle. The disc brake is applied by means of a powerful spring in the parking brake cylinder and is released by means of hydraulic pressure from the parking brake valve.



Kessler D81 drive axle

# Drive trains

## DCE70-32/35, E3/E4

Drive train		Standard driveline		Cummins option driveline	
Drive train	Engine	Manufacturer - type designation		Volvo - TAD620VE	
		Fuel - type of engine		Diesel - 4 stroke	
		Rating ISO 3046 - at revs	kW-rpm	145/197 - 2300	138/188 - 2200
		Peak torque ISO 3046 - at revs	Nm-rpm	700 - 1500	780 - 1400
		Number of cylinders - displacement	cm <sup>3</sup>	6 - 5702	6 - 5900
		Fuel consumption, normal driving	l/h	8-11	8-11
	Transmission	Manufacturer - type designation		Dana - TE13000	Dana - TE13000
		Clutch, type		Torque converter	Torque converter
		Gearbox, type		Hydrodynamic Powershift	Hydrodynamic Powershift
		Numbers of gears, forward - reverse		3 - 3	3 - 3
Alternator	Type - power	W	AC - 1540	AC - 1540	
Driving axle	Type	Differential and hub reduction		Differential and hub reduction	

## DCD70-40, E5

Drive train		Standard driveline		Optional driveline	
Drive train	Engine	Manufacturer - type designation		Volvo - TAD720VE	
		Fuel - type of engine		Diesel - 4 stroke	
		Rating ISO 3046 - at revs	kW-rpm	174/236 - 2300	129 - 2400
		Peak torque ISO 3046 - at revs	Nm-rpm	864 - 1400	690 - 1400-1500
		Number of cylinders - displacement	cm <sup>3</sup>	6 - 7145	6 - 5480
		Fuel consumption, normal driving	l/h	9-12	8-11
	Transmission	Manufacturer - type designation		Dana - 13,7HR32000	Dana - 13,7HR32000
		Clutch, type		Torque converter	Torque converter
		Gearbox, type		Hydrodynamic Powershift	Hydrodynamic Powershift
		Numbers of gears, forward - reverse		3 - 3	3 - 3
Alternator	Type - power	W	AC - 1540	AC - 1540	
Driving axle	Type	Differential and hub reduction		Differential and hub reduction	

## DCE80-45/90-45/100-45, E5/E6/E7/E8

Drive train		Standard driveline		Optional driveline	Cummins option driveline	
Drive train	Engine	Manufacturer - type designation		Volvo - TAD720VE	Cummins QS85.9	
		Fuel - type of engine		Diesel - 4 stroke	Diesel - 4 stroke	
		Rating ISO 3046 - at revs	kW-rpm	174 - 2300	167 - 2200	160 - 2200
		Peak torque ISO 3046 - at revs	Nm-rpm	854 - 1400	893 - 1300-1400	938 - 1400
		Number of cylinders - displacement	cm <sup>3</sup>	6-18, 4:1	6-17, 7:1	6-16, 3:1
		Fuel consumption, normal driving	l/h	12 - 14	12 - 14	13 - 15
	Transmission	Manufacturer - type designation		Dana - 13,7HR32000	Dana - 13,7HR32000	Dana - 13,7HR32000
		Clutch, type		Torque converter	Torque converter	Torque converter
		Gearbox, type		Hydrodynamic Powershift	Hydrodynamic Powershift	Hydrodynamic Powershift
		Numbers of gears, forward - reverse		3 - 3	3 - 3	3 - 3
Alternator	Type - power	W	AC - 2240	AC - 2240	AC - 2240	
Driving axle	Type	Differential and hub reduction		Differential and hub reduction	Differential and hub reduction	

# Performance

## DCE70-32/35, E3/E4

Performance			Volvo - TAD620VE		Cummins - 6B5.9e			
			E3	E4	E3	E4		
Performance	Lifting speed	Unloaded	m/s	0,50	0,60	0,50	0,60	
		At rated load	m/s	0,45	0,55	0,45	0,55	
	Lowering speed	Unloaded	m/s	0,50	0,40	0,40	0,40	
		At rated load	m/s	0,50	0,40	0,40	0,40	
	Travelling speed, f/r	Unloaded	km/h	30	30	30	30	
		At rated load	km/h	30	30	30	30	
	Gradeability	Max	unloaded	%	48	46	50	47
			at rated load	%	35	33	36	34
		At 2 km/h	unloaded	%	35	33	36	34
			at rated load	%	26	25	26	25
Drawbar pull	Max	kN	103	103	105	105		

## DCD70-40, E5

Performance			Volvo - TAD720VE		Volvo - TD640VE		
			E5	E5	E5	E5	
Performance	Lifting speed	Unloaded	m/s	0,45	0,45	0,45	
		At rated load	m/s	0,40	0,40	0,40	
	Lowering speed	Unloaded	m/s	0,60	0,60	0,60	
		At rated load	m/s	0,60	0,60	0,60	
	Travelling speed, f/r	Unloaded	km/h	26	26	26	
		At rated load	km/h	26	26	26	
	Gradeability	Max	unloaded	%	45	36	36
			at rated load	%	36	28	28
		At 2 km/h	unloaded	%	39	30	30
			at rated load	%	31	23	23
Drawbar pull	Max	kN	134	110	110		

## DCE80-45/90-45/100-45, E5/E6/E7/E8

Performance			Volvo - TAD720VE			Volvo - TWD731VE			Cummins QSB5.9				
			DCE80-45	DCE90-45	DCE100-45	DCE80-45	DCE90-45	DCE100-45	DCE80-45	DCE90-45	DCE100-45		
Performance	Lifting speed	Unloaded	m/s	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60		
		At rated load	m/s	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55		
	Lowering speed	Unloaded	m/s	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60		
		At rated load	m/s	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60		
	Travelling speed, f/r	Unloaded	km/h	27/27	28/28	28/28	27/27	27/27	27/27	27/27	28/28	28/28	
		At rated load	km/h	25/25	26/26	26/26	25/25	25/25	25/25	25/25	27/27	27/27	
	Gradeability	Max	unloaded	%	36	31	31	28	28	28	36	31	31
			at rated load	%	29	24	23	25	22	22	29	25	25
		At 2 km/h	unloaded	%	31	27	27	24	24	24	31	27	27
			at rated load	%	25	21	20	22	19	19	25	21	21
Drawbar pull	Max	kN	127	114	114	105	105	105	127	115	115		

# Chassis and lifting equipment

## Chassis

The chassis creates the base for the machine's external dimensions, stability and manoeuvre characteristics.

All chassis are built of fully welded steel profiles, which give a rigid construction with strong mounting points for the drive axle and lift equipment. Stress concentrations have been eliminated for optimum tensile strength.

Kalmar offers chassis in four different wheelbases corresponding to alternative capacities and lifting heights. The space at the rear of the chassis is used for counterweights. The number of counterweights depends on special operating requirements.

The chassis has a low profile for good visibility. The tanks are separately constructed and bolted to the chassis in a position that also contributes to good visibility.

The cabin on each model is located for best visibility. The DCE80-100 series come in two different versions regarding the cabin position. Depending on market requirements the machines can be delivered with standard cabin height position or as an elevated version. This decision is depending on individual operational requirements.



## Lift masts

All masts are constructed according to the free visibility principle. The mast profiles are made of high tensile steel, designed for minimal obstruction of the field of vision and long service life. All mast wheels for the bearing of longitudinal stress are fitted with high quality roller bearings. Lateral stresses are borne by plastic sliding plates.

The robust mast of the DCE100 has become even sturdier. All machines in the DCE80-100 series are equipped with the sturdy 10 tonne mast for best durability and strength.



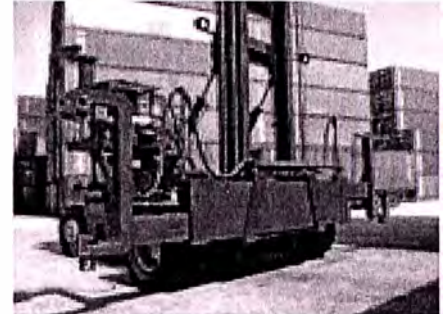
All masts from 3 to 8+1 high are designed according to the free visibility principle.

**Attachments**

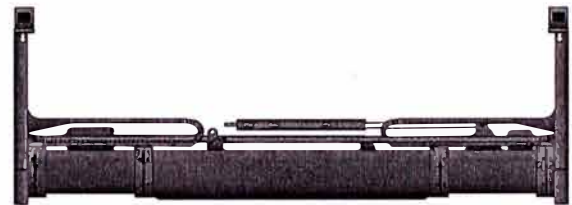
The 7 tonne DCE machines have twist-locks attachments with mechanical levelling, adjustment 20'-40' and with a sideshift of  $\pm 140$ mm.

The sidelifit attachment has been designed for easy, safe and rapid handling, low weight and ease of maintenance.

DCD 70 and DCE 80-100 are equipped with twistlock attachments. DCE 100 can be equipped with the newly developed hook attachment for double stacking. Both the hook and twistlock attachments have a hydraulic cylinder between the attachment and the carriage that allows  $\pm 600$  mm side-shift.



DCE 70 attachment with twistlocks, length adjustments 20-40'. Attachment with hook connection, side-shift  $\pm 140$  mm. Mechanical levelling on each side.



DCD 70 and DCE 80, 90 and 100 attachment for single stacking with twistlocks.



DCE 100, attachment for double stacking with hooks.

**Carriages**

Three integrated carriages are available. Which one you choose depends on if the spreader is landing from above (twistlocks) or from the front side of the container (hooks). All carriages have support wheels to bear longitudinal stresses and sliding plates for lateral stresses.

**Single stacking 7 tonne**

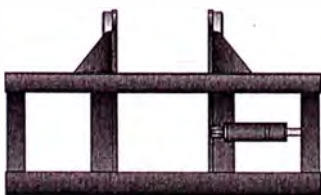
DCE 70 machines adapted for single stacking has a carriage for hook mounted attachment.

**Single 8-9 tonne**

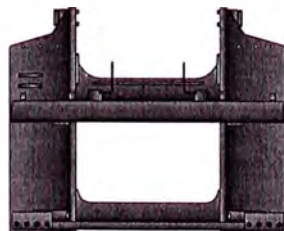
The fixed carriage for attachment with twist-locks has a mechanical levelling.

**Double 10 tonne**

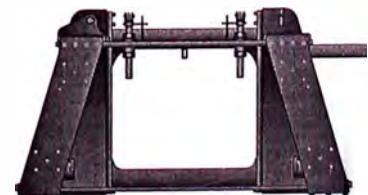
The hook attachment has mechanical levelling as standard and hydraulic as option.



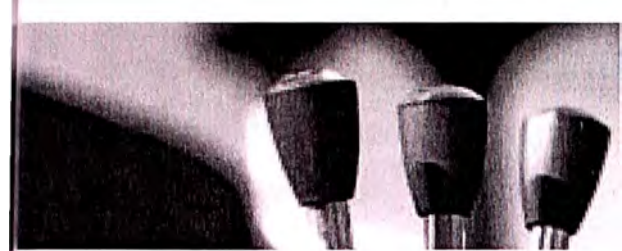
DCE 70, carriage for hook mounted attachment side-shift  $\pm 140$ mm



DCD 70 and DCE 80, 90 and 100 carriage for single stacking



DCE 100, carriage for double stacking



## Operator environment

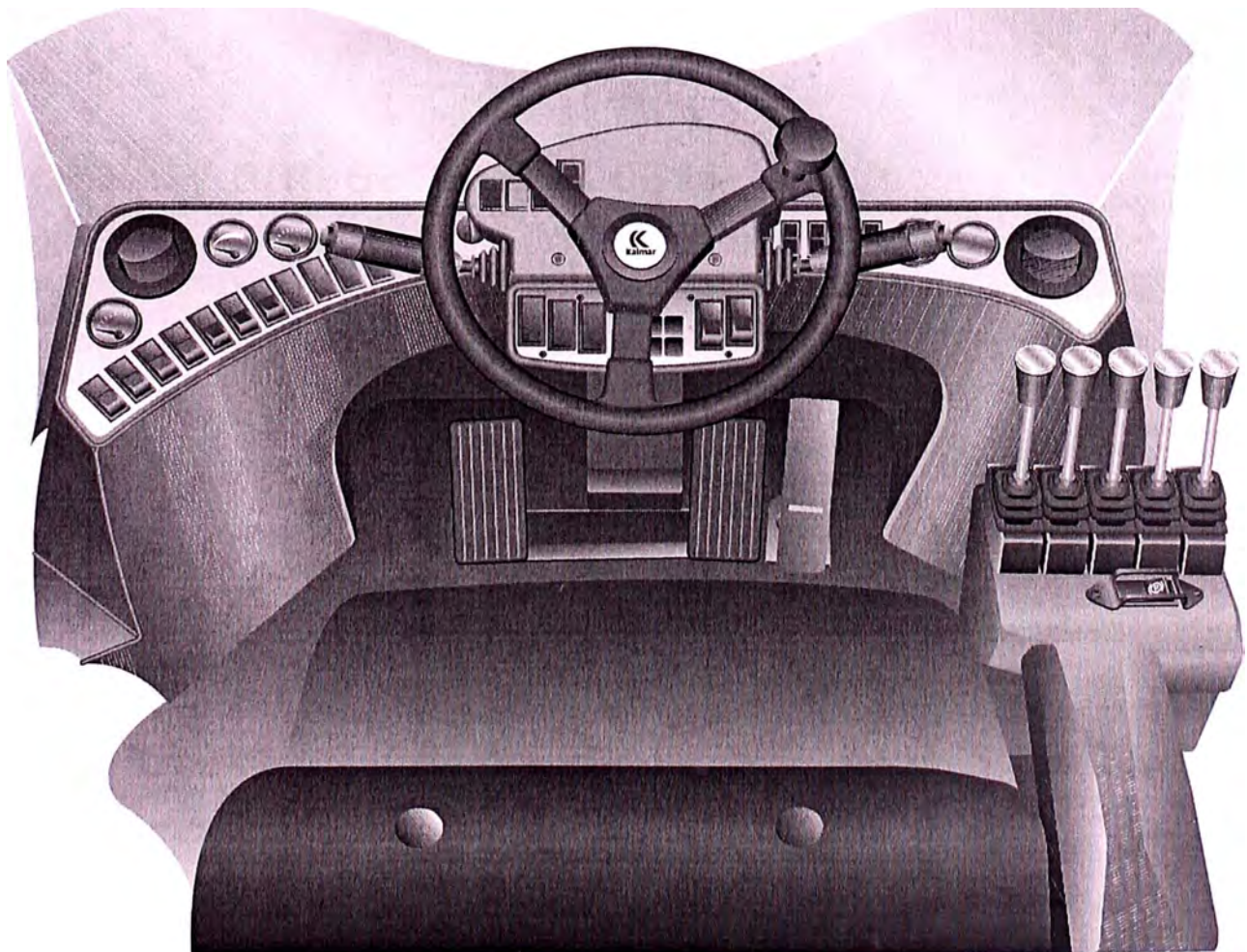
The Spirit Delta cab provides the operator with an efficient and safe place of work. The design of the cab is the result of a comprehensive analysis of operators' working conditions providing optimum visibility with large glass areas and no forward corner posts to obstruct the field of vision. The instrument panel is gently rounded and ergonomically designed with an unobstructed clear view of all essential information.

Noise and vibration levels are low thanks to the insulated mounting to the chassis. The operator's seat and hydraulic controls are all individually adjustable for optimum working position. The steering wheel and

related panel angle is adjustable. Two easily operated, ergonomically positioned multi-function levers are provided for gear changing, windscreen wipers, washers and horn.

A heating/ventilation unit ensures a comfortable cab temperature. An easily replaced fresh air filter cleans the incoming air, the unit slides out to give easy access for service. As standard, the equipment includes a powerful 3-speed fan for cooling, heating, defrosting and recirculation. Air conditioning can be fitted as optional extra.

The optional FlexCab can be fitted on the 7 tonne DCE machines. This cabin is a cost efficient solution with high flexibility for less requiring conditions.



Operators environment, Spirit Delta DCE 80-100

### Instrumentation

The instrument panel in the Spirit Delta has logically grouped units, all within easy reach. Standard instrumentation includes warning lamps for battery charging, low engine and gearbox lubrication oil pressure, low brake pressure, high coolant temperature, high gearbox oil temperature and applied parking brake. In addition, gauges display values for gearbox oil pressure, engine coolant temperature, fuel quantity and operating time.

As option the 8-10 tonne trucks can be fitted with Electronic Control System (ECS) monitoring for easy supervision of the unit. All monitoring functions are then incorporated and handled by the ECS, which has a single warning lamp and full text display showing current values and any faults that occur.

A similar system can be fitted in the 7 tonne DCE machines named KCS – Kalmar Control System.

There are many options available in KCS with considerable opportunities for customising the truck's functions – everything from functions for improving productivity, such as pre-selected lifting height and automatic gearing, to ergonomics functions, such as joystick control and mini-steering wheel as well as further functions for improving safety, for example chain slack monitoring and prevention.



## Reliability and service access

### Reliability

The range is one of the most widely spread machines manufactured by Kalmar. This has created a great experience from the field of this machine type. The machine sub-systems all consist of well tested and field proven components.

### Service Access

Routine daily service checks contribute to a safe work place and reduce the risk of breakdowns. All machines in the empty container handling range have built-in service access.

Daily service checks are made easier thanks to well thought out and grouped service points. The operator can reach all service points without having to climb up onto the truck. The cabin position facilitates easy access to the engine compartment.



Hydraulic components can be easily reached from above. This makes all vital components readily accessible for service.

Contact information:

## Kalmar global partner

### Local presence, globally

Kalmar is a global supplier of heavy materials handling equipment and services for ports, terminals, industry and intermodal handling.

Local presence means that we can support our customers throughout the product's life cycle, wherever they are.

Our products are manufactured in Sweden, Finland, the USA, the Netherlands, China and Malaysia.



## Other empty container models



Empty Container Handler ContChamp

**DCE 80-100**

**Kalmar Industries AB**

Torggatan 3 SE-340 10 Lidhult, Sweden

Tel: +46 372 260 10. Fax: +46 372 259 77.

**DCE, DCD 70**

**Kalmar Industries AB**

SE-341 81 Ljungby, Sweden

Tel: +46 372 260 00, Fax: +46 372 263 90

[www.kalmarind.com](http://www.kalmarind.com)



*make things easy*



# Anexo D

## Presupuesto referencial del puerto del Callao y Paita

**CALLAO COSTO DE EQUIPAMIENTOS**

En 000\$

	<b>Equipo</b>	<b>CANT.</b>	<b>Precio Unit</b>	<b>Precio Total</b>	<b>Repuestos</b>	<b>TPI</b>	<b>Total</b>
1	Gruas Portico (STS Crane)	6	7,800	46,800	936	1404	49,140
2	Gruas de Patlo (RTG)	18	1,500	27,000	540	810	28,350
3	Manejadora de carros llenos (Reach Stacker)	2	480	960	200		1,160
4	Manejadora de carros vacios	2	350	700	150		850
5	Tractores	36	90	3,240	250		3,490
6	Trailers	38	30	1,140	50		1,190
7	Separadores para carga sobredimensionada	3	60	180			180
8	Jaula de seguridad para trabajos en altura	6	22	132			132
9	Trailers de Separadores	3	40	120			120
10	Trailer Cisterna	1	50	50			50
11	Barredora	1	100	100			100
12	Cisterna	2	100	200			200
13	Vehículo de Emergencia	1	50	50			50
<b>Total</b>		<b>119</b>		<b>80,672</b>	<b>2,126</b>	<b>2,214</b>	<b>85,012</b>

Cuadro N° 5.7.2.b Alternativa 2

**Expansión del Terminal Portuario de Paita - Alternativa recomendada**  
**Alternativa 2: Nuevo Muelle de Espigón de 390m + Patio de 16 Ha**  
**Capital de Equipamiento Estimado**

Item	Unidad	Cantidad	PU US\$	Precio Parcial
<b>Equipos en Muelle</b>				
Grúa pórtico de muelle, Panamax Outrech, Cap. 60 ton/metro de carga en llantas	und	3	9,875,000	29,625,000
<i>Subtotal -Equipos en Muelle</i>				29,625,000
<b>Equipo en Patio</b>				
Grúa pórtico RTG - Kone 16 llantas RTG o similar	und	20	1,875,000	37,500,000
Reach-Stacker - Kalmar DRF-450-65C o similar	und	4	812,500	3,250,000
Side Pick - Kalmar DCE de 8 ton o similar	und	4	437,500	1,750,000
Yard Tractor	und	34	100,000	3,400,000
Chasis de Contenedores - "Bomb Cart"	und	44	56,250	2,475,000
Spreaders sencillo	und	3	250,000	750,000
<i>Subtotal -Equipo en Patio</i>				49,125,000
<b>Repuestos de Equipos</b>				
Repuestos de equipos	%EQ	5%	78,750,000	3,938,000
<i>Subtotal -Repuestos de Equipos</i>				3,938,000
<b>Subtotal - Equipamiento Alt 2</b>				
				<b>\$82,688,000</b>
			19%	15,700,000
<b>TOTAL Estimado Costo de Alt 2 -Equipamiento del Terminal + IGV</b>				
				<b>\$98,400,000</b>