

MATERIA
Explotación de Portos

TITULACIÓN
Grao en Enxeñaría Civil

unidade
didáctica
8

Terminais de contedores

David Cota Mascuñana
Alberte Castro Ponte

Enxeñaría e Infraestruturas dos Transportes
Escola Politécnica Superior

unidadesdidácticas
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Ensinanzas Técnicas

© Universidade de Santiago de Compostela, 2013



Esta obra atópase baixo unha licenza Creative Commons BY-NC-SA 3.0. Calquera forma de reprodución, distribución, comunicación pública ou transformación desta obra non incluída na licenza Creative Commons BY-NC-SA 3.0 só pode ser realizada coa autorización expresa dos titulares, salvo excepción prevista pola lei. Pode acceder Vde. ao texto completo da licenza nesta ligazón:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/legalcode.gl>

Deseño e maquetación

J. M. Gairí

Edita

Vicerreitoría de Estudantes,
Cultura e Formación Continua
da Universidade de Santiago de Compostela
Servizo de Publicacións
da Universidade de Santiago de Compostela

ISBN

978-84-9887-513-3

MATERIA: Explotación de Portos

TITULACIÓN: Grao en Enxeñaría Civil

PROGRAMA XERAL DO CURSO

Localización da presente unidade didáctica

MÓDULO I: Explotación e xestión de Portos

Unidade 1. Portos

- Introdución
- Concepto e funcións
- Zonas de influencia
- Clasificación dos portos
- A propiedade dos portos
- Administración dos portos
- Sistema portuario español
- Sistema portuario galego
- Lexislación

Unidade 2. Tráfico marítimo

- Introdución
- Mercadorías
- Buques
- Comercio mundial e evolución do tráfico en portos
- Tráficos e rutas marítimas

Unidade 3. O contrato de transporte

- Introdución
- Clases de contratos
- Contratos por póliza de fretamento
- Contrato por coñecemento de embarque
- Contratos de compravenda – Incoterms
- Axentes implicados

Unidade 4. Dominio público portuario

- Introdución
- O dominio público portuario estatal
- Réxime de utilización
- Réxime económico
- Contrato de concesión de obras públicas portuarias

Unidade 5. Servizos portuarios

- Introdución
- Concepto e clases
- Servizos Portuarios Xerais
- Servizos Portuarios Básicos
- Servizos Comerciais e outras actividades
- Servizos de sinalización marítima

Unidade 6. Planificación de portos

- Introdución
- Principios xerais de planificación
- Instrumentos de planificación
- Competitividade e capacidade de portos

MÓDULO II: Terminais portuarias

Unidade 7. Terminais de mercadoría xeral

Unidade 8. Terminais de contedores

Introdución

O comercio mundial de mercadorías contedorizadas

A tipoloxía da mercadoría: o contedor

O buque portacontedores

Os equipos de manipulación

Metodoloxías de cálculo de capacidade

Novas tecnoloxías para mellorar a eficiencia das terminais

Unidade 9. Terminais de graneles sólidos

Unidade 10. Terminais de graneles líquidos

Unidade 11. Terminais Roll-on Roll-off

Unidade 12. Terminais de pasaxeiros

Unidade 13. Terminais pesqueiras

ÍNDICE

Presentación

Obxectivos

Os principios metodolóxicos

Actividades propostas

Os contidos básicos

1. Introducción
2. O comercio mundial de mercadorías contedorizadas
3. A tipoloxía da mercadoría: o contedor
 - 3.1. O contedor
 - 3.2. Identificación dos contedores
4. O buque portacontedores
5. Os equipos de manipulación
 - 5.1. Equipamento auxiliar de manipulación
 - 5.2. Guindastres de peirao
 - 5.3. Guindastres de patio
 - 5.4. Zonas complementarias
6. Metodoloxías de cálculo da capacidade dunha terminal
 - 6.1. Discretización en subsistemas dunha terminal
 - 6.2. Métodos de cálculo da capacidade
7. Novas tecnoloxías para mellorar a eficiencia das terminais
 - 7.1. Sistemas para mellorar a produtividade
 - 7.2. Sistemas para a automatización das terminais
 - 7.3. Novos deseños funcionais de infraestrutura

Avaliación da unidade didáctica

Índice de figuras

Índice de táboas

Bibliografía

PRESENTACIÓN

Esta unidade didáctica forma parte da programación da materia optativa “Explotación de Portos”, do cuarto curso do Grao en Enxeñaría Civil.

A programación docente da materia divídese en dous grandes módulos. O primeiro módulo, *Explotación de Portos* (6 unidades didácticas) dedícase a presentar os aspectos fundamentais relacionados coa xestión e explotación dos portos.

Na primeira unidade do módulo (UD1) preséntanse os conceptos básicos relacionados cos portos: funcións, zonas de influencia, clasificación, sistema portuario español, etc.

A continuación, na segunda unidade (UD2), repásanse e ampliáanse conceptos relacionados co transporte marítimo vistos en materias anteriores, dedicándolle especial atención á análise da situación actual e as previsións de futuro do comercio e o tráfico marítimo mundial.

Na terceira unidade (UD3) preséntanse brevemente os diferentes tipos de contratos de transporte marítimo e os diferentes axentes implicados no proceso.

Na cuarta unidade didáctica (UD4) defínese o dominio público portuario estatal e preséntase o modelo de xestión do mesmo contemplado na lexislación vixente.

A quinta unidade didáctica (UD5) dedícase aos servizos portuarios. Explícase o concepto de servizo portuario e as diferentes clases de servizos existentes.

O módulo péchase cunha unidade (UD6) onde se presentan os conceptos básicos relacionados coa planificación dos portos e se analizan as diferentes ferramentas de planificación que se empregan na actualidade.

No segundo módulo da materia estúdanse de xeito individual as diferentes tipoloxías de terminal portuaria que poden operar nun porto comercial. En concreto, nesta unidade (UD8) se estudan as terminais de mercadoría xeral unificada, isto é, as terminais de contedores.

Esta unidade didáctica impártese en 2 h de clase expositiva.

Ademais de aos alumnos de 4º curso do Grao en Enxeñaría Civil, os contidos presentados poden serlle de utilidade a outros docentes ou profesionais do sector que desenvolvan a súa actividade no ámbito do deseño, construción ou conservación destas tipoloxías de infraestrutura do transporte.

OS OBXECTIVOS

- Coñecer o marco mundial no que se desenvolve o comercio de contedores.
- Coñecer os diferentes tipos de contedores que existen, co obxecto de adaptarse da forma máis adecuada ao transporte dos diferentes tipos de mercadoría xeral.
- Coñecer as características principais dos diferentes buques destinados ao transporte de contedores.
- Coñecer o equipamento e os elementos básicos que compoñen unha terminal de contedores.
- Coñecer os conceptos teóricos fundamentais e os parámetros básicos de deseño dos diferentes elementos que constitúen unha terminal de contedores.
- Coñecer os principais avances tecnolóxicos para a mellora da produtividade das terminais de contedores

OS PRINCIPIOS METODOLÓXICOS

- Os principios teóricos e os contidos fundamentais expóranse nas clases expositivas. Para iso, o profesor empregará os medios audiovisuais da aula para a realización de presentacións.
- O alumno elaborará ao finalizar cada sesión presencial un resumo dos contidos traballados, no que se recollan as súas reflexións sobre a temática abordada.

ACTIVIDADES PROPOSTAS

Como ampliación e aplicación dos contidos teóricos traballados nas sesións expositivas, propónse a realización das seguintes actividades:

- estudar e analizar o caso concreto dunha terminal de contedores nun porto de interese estatal no ámbito nacional ou internacional
- propor un predimensionamento dunha terminal de contedores, tomando en consideración datos ficticios ou reais dun suposto.
- propor mellorías na produtividade sobre unha terminal de contedores en operación, e calcular o impacto de forma cuantitativa.

OS CONTIDOS BÁSICOS

1. Introducción

Adaptación do artigo: "El día que cambió la historia del transporte"
Roberto Destéfano (Diario A Nación 30/05/06)

En 1937, un mozo transportista de 21 anos natural de Carolina do Norte, sentado ao volante do seu camión nun peirao de Hoboken, en Nova Xersei (Estados Unidos), esperaba a quenda para descargar o seu camión mentres observaba como os estibadores traspasaban con moito traballo os fardos de algodón dos camiós aos estobos do buque, que á súa vez os subirían a bordo, para que despois, outros os colocasen, co ritmo que un humano pode facelo, na bodega da nave. "Que perda de tempo e diñeiro -pensou-, E se o meu tráiler puidese subirse con todo o seu contido a bordo dunha soa vez?".

Ese camioneiro, chamado Malcom McLean, puido levar a cabo o seu "soño" 19 anos despois. Xa convertido nun próspero empresario de transporte por estrada, e ante a negativa dunha liña ferroviaria á súa proposta de subir os seus tráilers aos vagóns, decidiu aventurarse nun terreo descoñecido. Comprou un par de vellos buques tanque T4 e fixo construír caixas metálicas coas dimensións dos seus tráilers sen o sistema de rodamiento, porque sabía que agregarían peso e ocuparían espazo vital a bordo. Fíxolle agregar nas oito esquinas do equipo dispositivos para a súa manipulación (esquineiros). Os seus dous primeiros buques, *Ideal X* e *Alameda*, tiñan unha capacidade de 58 desas caixas que pasarían a chamarse contedores máis tarde de forma universal. Malia a súa xenialidade, McLean non imaxinaba a dimensión e o alcance do que acababa de crear. Cambiara para sempre non só a forma de transportar a carga, senón a ecuación económica que o rexía, quizais equiparable á invención da roda, o movemento a vapor, o motor de combustión interna e o chip de computación.

En abril de 1956 levouse a cabo a primeira travesía marítima na que se empregaron contedores para transportar carga. Transportáronse de Nova York a Houston 58 contedores. Case cincuenta anos despois, en 2005 transportáronse por vía marítima 400 millóns de TEUs (unidade equivalente a un contedor de 20 pés) mediante unha flota de 5400 buques. Nos últimos trinta (con algunha excepción) as principais rutas contedorizadas creceron a un ritmo do 9% anual, prognosticándose porcentaxes de crecemento superiores para os próximos anos.

McLean, continuou desenvolvendo e modernizando o seu negocio creando navieiras como *Sealand* e *Trailerbridge*. Decía que "o fretamento é un custo que se agrega ao produto" e polo tanto "hai que reduci-lo todo o que se poida". As súas accións déronlle a razón. Os 6 dólares por tonelada de custo co formato precontedor convertéronse en 0,16 dólares. Os buques pasaron de atracar semanas nos portos a quedarse apenas horas; de transportar 10.000 toneladas a 16 nós, a 40.000 toneladas a 24 nós. De rendementos de 0,63 t/hora/home a 4,23 t/hora/home. Deste xeito, o que empezou como unha caixa transportadora de mercadorías foi evolucionando en función da demanda e xerando un amplo espectro de contedores especiais.

A funcionalidade que representa ingresar a carga nun espazo modular (o contedor) e saber que será recibida polo destinatario tal e como foi ingresada, sen ningunha outra manipulación que o propio transporte, constitúe o ideal do desprazamento, con todo o que iso implica.

Pero non foi soamente isto o que provocou o "efecto contenedor". Tamén desencadeou outro proceso desregulador que involucrou a todos os modos de transporte, especialmente ao marítimo. A industria do contedor, de gran importancia económica, que se estima en US \$ 250 billóns anuais, impulsou o desenvolvemento de buques portacontedores con capacidades que a 2006 situábanse en 9200 TEU (actualmente superada), facendo que termos como *Panamax*, *Post-panamax*, *Suezmax* e pronto, *Malacca-max* identificasen a capacidade de cruzamento dos buques polos canles e estreitos máis importantes do mundo.

Por outra banda, cambiaron os formatos de contratación, pasando das tradicionais "conferencias" a outros esquemas de asociacións marítimas. En materia de rutas, o establecemento de circuítos RTW (*Round-The-World*) e, máis recentemente, *Pendulum* con centros de transferencia intermedios (hubs e transshipment ports) modificaron o antigo esquema lineal e directo dun porto de orixe ao de destino, alentando a participación de todos os países, incluso os máis pequenos.

Tamén debe destacarse o impacto do contedor no interior dos territorios. O contedor, pola súa estandarización (principalmente de 20 e 40 pés), facilita, ao pasar de xeito sinxelo dun modo a outro de transporte, a conformación de sistemas e redes internacionais de distribución. Desa forma, os termos porta a porta, intermodal, multimodal e zonas de actividades loxísticas son cualificativos dun cambio revolucionario, non só na orde tecnolóxica, senón nas formas de contratación de servizos globais, orientados á optimización dos tempos de tránsito, a redución dos custos de movemento e a chegada aos lugares máis recónditos do planeta coa carga intacta dentro da "caixa de McLean".

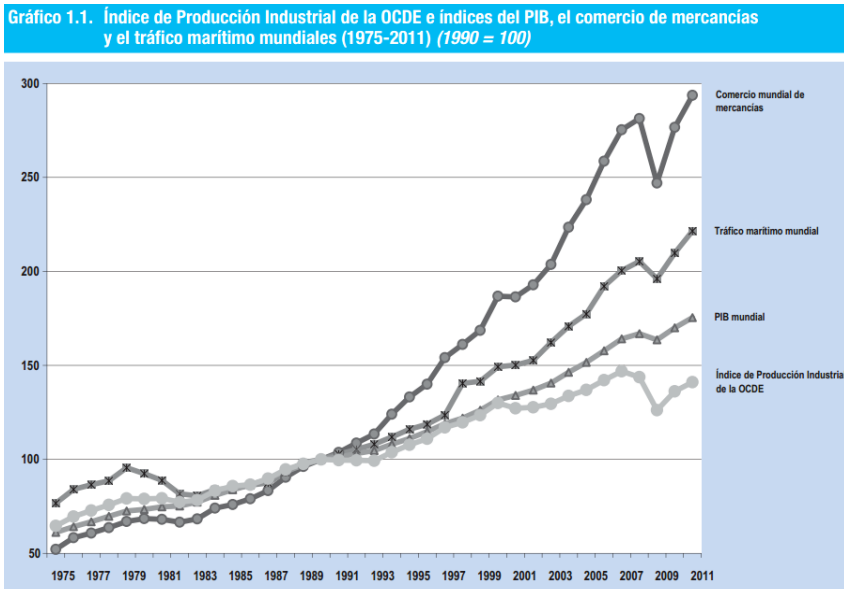
Todo iso modificou o antigo paradigma dos portos como espazos de almacenamento e depósito de mercadorías, á espera dun transporte lento e claramente ineficiente cara ao seu destino final, polo de formidables centros de paso rápido e efectivo (terminais portuarias) cara a terminais interiores de carga, xerando infraestrutura, servizos e comunicacións ao seu paso.

Alguén dixo que o contedor facilitou o camiño á globalización e non parece estar afastado da verdade se se ten en conta a evolución do transporte deste tipo de mercadoría nas últimas décadas. A evolución do contedor non foi un camiño sinxelo e aínda resta moito por percorrer, pero todo indica que chegou para quedarse e augúraselle unha longa vida. Compételles aos comprometidos no entramado loxístico mundial, estatais e privados, desenvolver a lexislación e investimentos necesarios para que esta xenial creación poida dar todo o seu potencial.

2. O comercio mundial de mercadorías contedorizadas

O transporte marítimo de contedores é a forma máis cómoda de transportar mercadorías, xa que permite percorrer longas distancias, asegurando o produto ao máximo e permitindo levar grandes cantidades dunha forma segura en recipientes estandarizados para o seu manexo. Os contedores adoitan ser de gran tamaño, o que permite transportar unha gran cantidade de mercadorías en cada traxecto. Ademais, contan con medidas de seguridade que garanten o bo estado dos produtos en todo o traxecto.

Tal e como se pode ver na figura 2.1, economía e transporte marítimo están intimamente ligados. Así mesmo, e debido principalmente a fenómenos de deslocalización da produción, o crecemento do transporte mundial de mercadorías crece a maior ritmo que o PIB mundial.



Fuente: Secretaría de la UNCTAD, con datos de la OCDE, *Main Economic Indicators*, mayo de 2011; UNCTAD, *Informe sobre el comercio y el desarrollo 2011*; UNCTAD *El Transporte Marítimo*, varios números; OMC *Estadísticas del Comercio Internacional 2010*, cuadro A1a; y el comunicado de prensa de la OMC publicado en marzo de 2011 con el título *El comercio mundial en 2010 y las perspectivas para 2011*. Los datos de la OMC sobre el comercio de mercancías (en volumen) se obtienen a partir de los valores aduaneros deflacionados por valores unitarios normales y el índice del precio ajustado de los artículos electrónicos. El índice de 2011 para el tráfico marítimo está calculado sobre la base de la tasa de crecimiento prevista por Clarkson Research Services.

Figura 2.1: Progresión comercio marítimo mundial de mercadorías

Por outra banda, tal e como se aprecia na figura 2.2. Dende a década dos 90, houbo unha espectacular progresión do comercio mundial e do transporte de mercadoría contedorizada, acadándose neste sector, ata a primeira década do ano 2000, un 700% de crecemento en termos absolutos desde o ano 1990. A importancia deste crecemento faise máis patente se se compara o crecemento do transporte de mercadorías por contedor, co transporte doutro tipo de mercadorías por vía marítima tal e como se pode apreciar na figura 2.3.

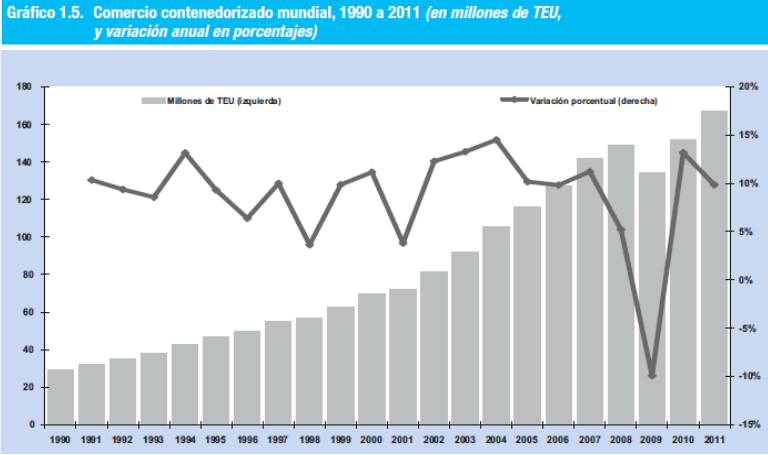


Figura 2.2: Progresión do comercio marítimo mundial de mercadorías contedorizadas

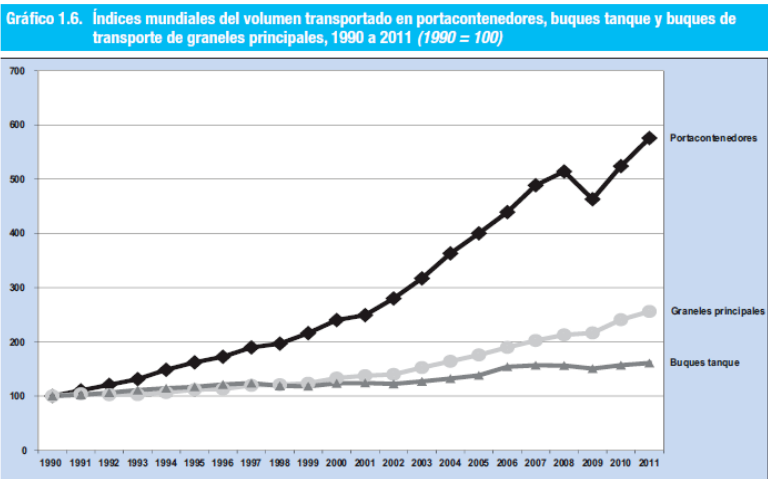


Figura 2.3: Comparación da progresión do comercio marítimo mundial de distintas tipoloxías de mercadorías

O transporte de mercadorías por contedor realizase a través de buques chamados “liners” con rutas e calendarios preestablecidos. A estrutura de rutas (Figura 2.4) consta de dous tipos diferenciados:

- Grandes rutas, realizadas por buques de gran capacidade, chamadas rutas “Round-The-World”.
- Rutas “feeder”, ou “alimentadoras”, realizadas por buques de moita menor capacidade que exercen de distribuidores (e concentradores) de mercadorías contedorizadas desde portos HUB.

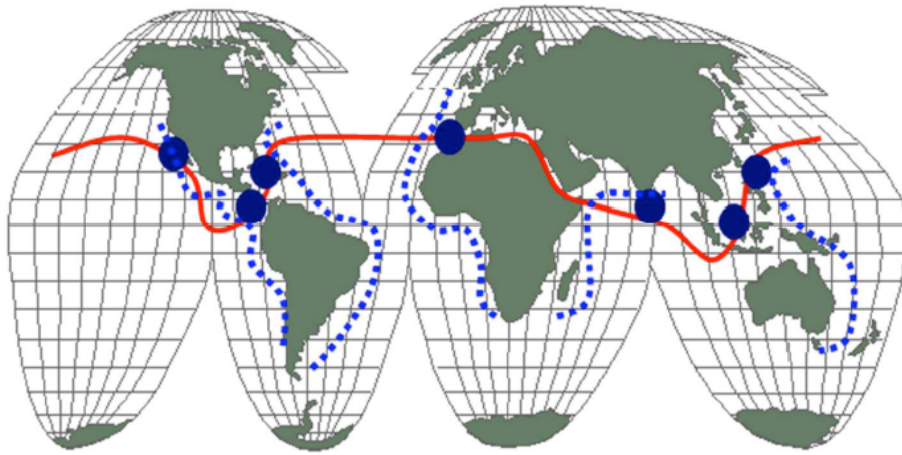


Figura 2.4: Esquema da estrutura de rotas Round-The-World (liña continua vermella) e Feeder (liña descontinua azul)

Este modelo de distribución de mercadoría contedorizada no mundo pode apreciarse na figura 2.5, nas que se aprecia claramente a importancia que ten Asia na produción de produtos que son logo consumidos na propia Asia e exportados ao redor do mundo.

A hexemonía de Asia no transporte marítimo mediante contedores reflíctese tamén no número de operadores portuarios existentes, xa que dos 20 principais operadores portuarios de contedores, o 45% deles son asiáticos (figura 2.6).

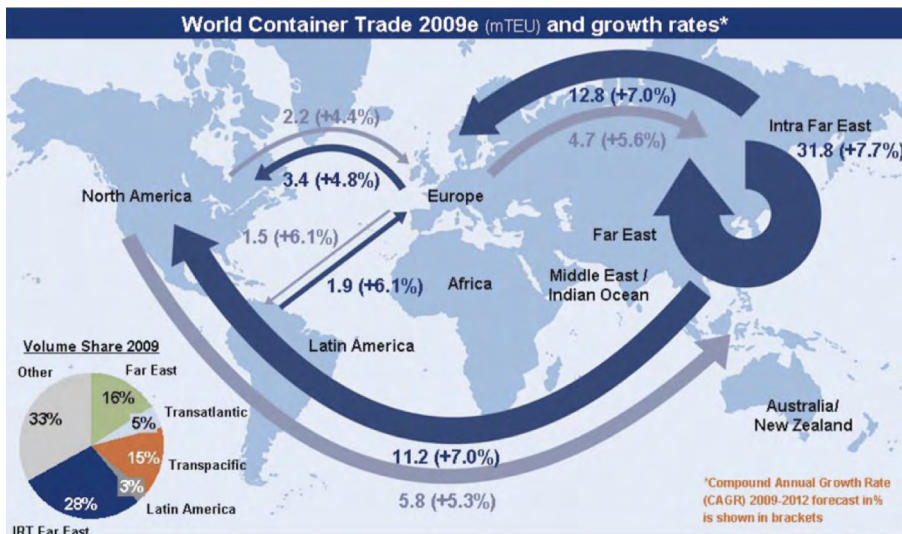


Figura 2.5: Principais rotas de transporte de contedores

Cuadro 6.14. Los 20 principales operadores portuarios en 2009

Nombre	Economía	Tipo de país	Movimiento (millones de TEU)	Porcentaje mundial	Capacidad de las terminales (millones de TEU)	Capacidad de las terminales como porcentaje mundial
1 HPH	RAE de Hong Kong (China)	PD	64,2	12,2	93,9	12,5
2 APMT	Países Bajos	IN	56,9	10,9	105,4	14,0
3 APS	Singapur	PD	55,3	10,5	84,4	11,2
4 DPW	Emiratos Árabes Unidos	PD	45,2	8,6	63,1	8,4
5 COSCO	China	PD	32,5	6,2	68,1	9,1
6 MSC	Suiza	IN	16,4	3,1	23,6	3,1
7 Eurogate	Alemania	IN	11,7	2,2	21,1	2,8
8 Evergreen	Provincia china de Taiwán	PD	8,6	1,6	16,6	2,2
9 SSA Marine	Estados Unidos	IN	7,7	1,5	18,0	2,4
10 CMA-CGM	Francia	IN	7,0	1,3	14,5	1,9
11 Hanjin	República de Corea	PD	6,0	1,1	15,8	2,1
12 NYK LINE	Japón	IN	5,2	1,0	19,0	2,5
13 HHLA	Alemania	IN	5,0	1,0	9,2	1,2
14 Dragados	España	IN	4,9	0,9	9,1	1,2
15 APL	Singapur	PD	4,6	0,9	7,7	1,0
16 K Line	Japón	IN	4,3	0,8	8,7	1,2
17 OOCL	RAE de Hong Kong (China)	PD	4,2	0,8	5,5	0,7
18 Yang Ming	Provincia china de Taiwán	PD	4,1	0,8	7,9	1,1
19 ICTSI	Filipinas	PD	3,6	0,7	7,4	1,0
20 MOL	Japón	IN	2,7	0,5	5,7	0,8
Total			350,1	66,8	604,7	80,4
Mundo			524,4	100,0	751,9	100,0

Fuente: Recopilación de la secretaría de la UNCTAD con datos suministrados por Drewry Publishing en *Global Container Terminal Operators Annual Review 2010*.

Figura 2.6: Principais operadores portuarios de contedores

3. A tipoloxía da mercadería: o contedor

3.1 O contedor

Segundo a RAE, a definición de contedor é a seguinte: “Embalaxe metálico grande e recuperable, de tipos e dimensións normalizados internacionalmente e con dispositivos para facilitar o seu manexo.” É dicir, un contedor é un recipiente de carga para o transporte aéreo, marítimo ou terrestre (neste caso sempre se fará referencia ao transporte marítimo).

Os contedores empréganse para transportar multitude de mercaderías (do que se deriva a especialización dos distintos tipos de contedores en función da mercadería que transportada). As súas dimensións están normalizadas para facilitar a súa manipulación.

Soen estar fabricados principalmente de aceiro corten, pero tamén os hai de aluminio, e de madeira contrachapada reforzados con fibra de vidro. Na maior parte dos casos, o chan é de madeira, aínda que xa hai algúns de bambú. Interiormente levan un recubrimento especial contra a humidade, para evitar este tipo de fenómeno que podería deteriorar as mercaderías transportadas no seu interior durante a viaxe.

Outra característica definitoria dos contedores é a presenza, en cada unha das súas esquinas, de aloxamentos para os Twistlocks. Trátase dun sistema específico de ancoraxe, que lles permiten ser enganchados por guindastres

especiais, así como a súa trincaxe tanto en barcos como en camións. Este sistema móstrase nas figuras 5.8 a 5.10 do presente documento.

A principal vantaxe do contedor radica basicamente na estandarización das súas medidas (figura 3.1), de forma que pode ser transportada case calquera tipo de mercadoría nun recipiente estandarizado para a súa carga e descarga nos puntos de ruptura modal na cadea do transporte.










Container Specifications						
	20' General Purpose					
	Inside Length	Inside Width	Inside Height	Door Width	Door Height	Average Weight
	5.900m	2.350m	2.393m	2.340m	2.280m	2230 Kg
	20' Open Top					
	Inside Length	Inside Width	Inside Height	Door Width	Door Height	Average Weight
	5.894m	2.311m	2.354m	2.286m	2.184m	2200 Kg
	20' Flat Rack					
	Inside Length	Inside Width	Inside Height	Door Width	Door Height	Average Weight
	5.620m	2.200m	2.233m			2530 Kg
	20' Reefer					
	Inside Length	Inside Width	Inside Height	Door Width	Door Height	Average Weight
	5.456m	2.294m	2.273m	2.290m	2.264m	3010 Kg
	40' General Purpose					
	Inside Length	Inside Width	Inside Height	Door Width	Door Height	Average Weight
	12.036m	2.350m	2.392m	2.340m	2.280m	3740 Kg
	40' High Cube					
	Inside Length	Inside Width	Inside Height	Door Width	Door Height	Average Weight
	12.036m	2.350m	2.697m	2.338m	2.585m	3900 Kg
	40' Open Top					
	Inside Length	Inside Width	Inside Height	Door Width	Door Height	Average Weight
	12.028m	2.350m	2.345m	2.341m	2.274m	3880 Kg
	40' Flat Rack					
	Inside Length	Inside Width	Inside Height	Door Width	Door Height	Average Weight
	12.080m	2.438m	2.103m			5480 Kg
	40' High Cube Reefer					
	Inside Length	Inside Width	Inside Height	Door Width	Door Height	Average Weight
	11.584m	2.294m	2.557m	2.284m	2.437m	4140 Kg

Figura 3.1: Tipoloxías de contedores (<http://www.agsworld.com>)

3.2 Identificación dos contedores

A identificación dos contedores realízase mediante un código alfanumérico de 11 díxitos. As primeiras 3 letras identifican a compañía propietaria e son asignadas polo BIC (Bureau International des Containers et du Transport Intermodal). A cuarta letra pode adoptar os seguintes valores:

- U: para os contedores.
- J: para o equipo auxiliar adosable.
- Z: para chasis ou tráilers de transporte vial.

A continuación séguenlle 6 díxitos numéricos e un último díxito verificador para asegurar a correcta escritura dos 10 díxitos anteriores. Este díxito verificador é de suma importancia xa que garante a correcta escritura do código en transmisións e no ingreso nos sistemas asistidos por ordenadores.

O díxito verificador determínase mediante un algoritmo que se explica a continuación, empregando como exemplo o contedor da Figura 3.2., que ten por número identificador HOYU7510136, sendo polo tanto o número verificador o 6.



Figura 3.2: Contedor tipo tanque

Para determinar este número realízanse as seguintes operacións matemáticas. Efectúase a suma dos primeiros 10 díxitos (as letras asimílanse a números de acordo coa táboa 3.1) multiplicados por unha potencia crecente de base 2 (o expoñente vai de 0 a 9).

Táboa 3.1: Táboa de asignación de valores numéricos ao alfabeto

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
0	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	4	5	6	7	8

Nota: o valor 11 e os seus múltiplos 22 e 33 ignóranse.

A cada un dos díxitos correspóndelle polo tanto a seguinte cifra:

$$H=18 \rightarrow 18 \times 2^0 = 18 \times 1 = 18$$

$$O=26 \rightarrow 26 \times 2^1 = 26 \times 2 = 52$$

$$Y=37 \rightarrow 37 \times 2^2 = 37 \times 4 = 148$$

$$U=32 \rightarrow 32 \times 2^3 = 32 \times 8 = 256$$

$$7=7 \rightarrow 7 \times 2^4 = 7 \times 16 = 112$$

$$5=5 \rightarrow 5 \times 2^5 = 5 \times 32 = 160$$

$$1=1 \rightarrow 1 \times 2^6 = 1 \times 64 = 64$$

$$0=0 \rightarrow 0 \times 2^7 = 0 \times 128 = 0$$

$$1=1 \rightarrow 1 \times 2^8 = 1 \times 256 = 256$$

$$3=3 \rightarrow 3 \times 2^9 = 3 \times 512 = 1536$$

O sumatorio que é igual a 2602 divídese por 11, ignorando a parte decimal ($2602/11 = 236,5454$) e multiplícase por 11 (no exemplo $236 \times 11 = 2596$). A diferenza entre a suma orixinal e o novo factor é o dígito verificador ($2602 - 2596 = 6$). Todos os sistemas dixitais efectúan este cálculo no momento do ingreso dun contedor, a non validación do dígito notifícalle ao operario que algún dígito do código é incorrecto.

4. O buque portacontedores

A historia dos primeiros buques portacontedores caracterizábase pola incesante procura de economías de escala. Os inicios remóntanse ao ano 1956, cando o empresario Malcolm McLean adquire unha compañía de barcos de vapor para transportar remolques de camión cargados entre Estados Unidos e Porto Rico. Desta iniciativa de McLean xurdiu a compañía internacional *Sealand* posteriormente *Maerks-Saland* (propiedade do xigante danés A.P. Moller) e actualmente Maersk cunha flota de máis de 500 buques e 1.400.000 contedores. Non tardaron moito en aparecer os primeiros buques deseñados especificamente para este propósito con celas nas súas bodegas nas que os contedores manipulábanse xa con guindastre. A súa capacidade era duns 200 TEUs. O desenvolvemento destes barcos foi relativamente lento ata 1968, ano en que se contabilizaron un total de 18. Dez destes 18 tiñan unha capacidade de entre 1.000 e 1.500 TEUs. Só un ano despois funcionaban 25 buques e a súa carga alcanzaba xa os 2.000 TEUs.

En 1972 os primeiros buques portacontedores con capacidade de máis de 3.000 TEUs empezaron a funcionar da man da *German Howaldtwerke Shipyard*. Durante os seguintes doce anos a maior capacidade rexistrada por estes barcos situouse entre os 4.500 e 5.000 TEUs, principalmente polas limitacións nas dimensións impostas pola Canle de Panamá (Figuras 4.1 e 4.2).

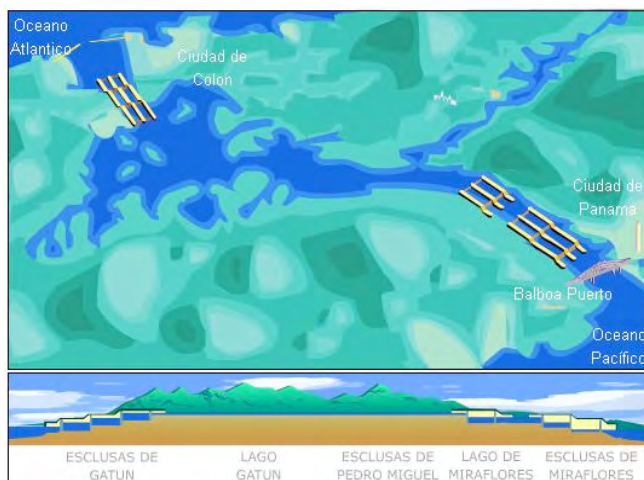


Figura 4.1: Esquema xeral da Canle de Panamá

As dimensións do casco do maior buque portacontedores, os denominados *Panamax*, non podía exceder as dimensións das esclusas da canle: 32.3 metros de anchura, 294.1 metros de lonxitude e os 12 metros de calado. Estas dimensións máximas correspóndense cunha carga de entre 4.500 e 5.000 TEUs.



Figura 4.2: Canle de Panamá – Esclusas de Gatún (Atlántico)

En 1996 *Maersk* desmarcouse do resto das compañías marítimas cando o Regina Maersk, un buque portacontedores de 318 metros de eslora, 42 de manga e 14,5 metros de calado, excedeu os límites da Canle transportando 6.400 TEUs. Isto provocou toda unha revolución no mercado e pasouse dunha capacidade máxima de 6.600 TEUs en 1997 a acadar os 7.200 TEUs só un ano despois, e os 8.700 TEUs en 1999. Os barcos de capacidade aproximada de 9.000 TEUs excederan xa os límites da Canle de Panamá nuns 10 metros. Esta revolución iniciada por *Maersk* apréciase hoxe en que o 30% da flota de contedores mundial é de tipo *Post-panamax*, todo isto malia que evidentemente este tipo de buques requiren dunha maior infraestrutura en porto.

As organizacións portuarias contribuíron ao crecemento dos buques modernizando as infraestruturas para adecuarse ás súas novas dimensións, buscando maximizar os beneficios derivados das economías de escala. Un claro exemplo do anteriormente exposto é a ampliación da Canle de Panamá (Figura 4.3), actualmente na súa fase final de execución, e que permitirá o paso de buques portacontedores de ata 12.000 TEUs.

Malia o que se poida pensar, a proliferación deste tipo de buques e o feito de que cada vez se constrúan barcos de maior magnitude, non diminuíron a flota de barcos máis pequenos, cunha capacidade inferior aos 2.000 TEU. Estes barcos, que se poderían denominar “costeiros”, constituíron ao redor do 50% da flota da última década. Na Figura 4.4, pódese apreciar a evolución dos buques portacontedores, en dimensións e capacidade, desde o ano 1956 ata a actualidade.



Figura 4.3: Esquema do proxecto de ampliación da Canle de Panamá

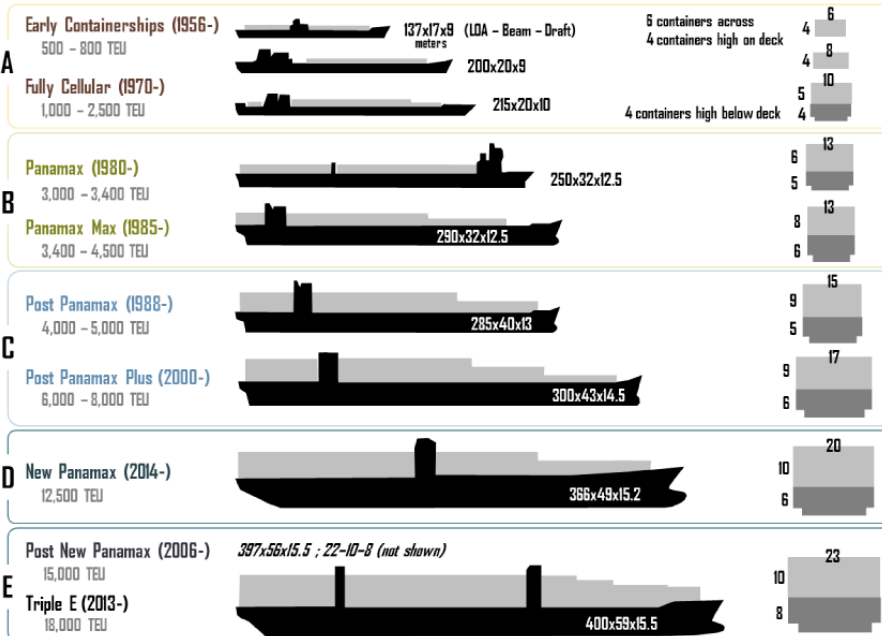


Figura 4.4: Tendencia de crecemento de buques portacontedores

Cada buque utilízase nunha ruta ou noutra en función do seu tamaño. Os de maior capacidade, denominados “liners” (Figura 4.5), empréganse para o transporte marítimo en grandes rutas (rutas Round-The-World) entre portos con infraestrutura adecuada ás súas dimensións; mentres que os buques de menor tamaño, denominados “feeders” (Figura 4.6), utilízanse en rutas secundarias de alimentación que se encargan de dispersar o tráfico de contedores desde os grandes portos HUB cara a portos máis pequenos.



Figura 4.5: Buque tipo “Liner” (Triple E: 18.000 TEUs)



Figura 4.6: Buque tipo “Feeder” (OPDR Cartagena: 380 TEUs)

Se a Canle de Panamá deu nome inicialmente aos buques portacontedores de ata 6.000 TEUs, as novas esclusas da Canle de Panamá, a Canle de Suez e o estreito de Malaca serán as próximas barreiras que limitarán o tamaño dos buques portacontedores. Así pois, é claro que o límite no tamaño do buque non está determinado pola tecnoloxía na fabricación deste, senón polas propias infraestruturas portuarias e pola propia xeografía.



Figura 4.7: Canle de Suez e estreito de Malaca

5. Os equipos de manipulación

A revolución no transporte que significou a aparición dos contedores non sería posible sen a evolución dos equipos de manipulación específicos. Existen diversos tipos, pero basicamente distínguense dous grandes grupos: os guindastres de peirao e os guindastres de terminal. Adicionalmente, existen equipos de manipulación auxiliares que asisten aos citados anteriormente.

5.1 Equipamento auxiliar de manipulación

5.1.1 Sistemas de ancoraxe do contedor: o spreader

Preséntanse en primeiro lugar os sistemas de ancoraxe do contedor á máquina a través da cal se realiza a estiba/desestiba ou o propio movemento do contedor dentro da terminal, distinguíndose fundamentalmente dous sistemas: estrobos e spreaders.

5.1.1.1 Estrobos

Os estrobos son cabos de diversos materiais que se empregan para elevar e mover os contedores. Sitúanse entre o sistema de elevación da maquinaria e as esquinas do contedor (Figura 5.1).



Figura 5.1: Descarga de contedor mediante estrobos

Coma vantaxes deste sistema unicamente cabe citar a súa simplicidade e o seu reducido custo, pero conta cunha gran cantidade de inconvenientes, por exemplo:

- Menor seguridade, debido a que este sistema é moi susceptible á influencia do vento. En operacións de estiba cun vento moderado, producíranse no contedor movementos non desexados que incidirán directamente na seguridade e na produtividade, xa que se precisará unha maior cantidade de tempo situar o contedor no lugar desexado.
- Tamén, en relación coa seguridade, é importante mencionar o perigo que entraña a rotura dalgún estrobo, o que pode producir movementos violentos e perigosos do contedor.
- Por último, a necesidade dun maior número de operarios para manipular os contedores. Ademais do operario do guindastre, serán necesarios dous ou tres operarios máis para poder controlar os movementos do contedor durante o seu desprazamento.

5.1.1.2 Spreaders

A manipulación mediante spreaders (Figura 5.2) é un método máis moderno, sendo actualmente o método xeneralizado na maioría de terminais de contedores do mundo. Pódese definir o spreader como unha estrutura metálica equipada nos extremos cuns pasadores (twist-locks) que se introducen nos ocos das cantoneiras (esquinas) do contedor, de forma que unen solidariamente ambas estruturas.



Figura 5.2: Descarga de contedor mediante spreader

Entre as vantaxes deste método pódense citar:

- Maior seguridade ao estar ancorados solidariamente contedor e spreader, e evitar en gran medida os movementos debidos á acción do vento.
- Maior rapidez de manipulación ao ser practicamente nulos os tempos de enganche do contedor.
- Precísase unicamente un operario que manexe o guindastre e/ou medios de transporte interiores da terminal (en ocasións, terminais automatizadas, nin sequera se precisan os operarios de guindastre)

Existen varios tipos de spreader. Estes clasifícanse de diferentes formas en función de diversos criterios, entre os que se encontran os seguintes:

En función do rango de contedores que poden manipular:

- Spreaders ríxidos: unicamente poden manipular contedores dunhas medidas determinadas (Figura 5.3).



Figura 5.3: Spreader ríxido

- Spreader telescópicos: dispoñen de sistemas mecánicos ou hidráulicos que permiten axustar a lonxitude do spreader ao tamaño do contedor (Figura 5.4); desta forma, o rango de contedores que se poden manipular é moito máis amplo.

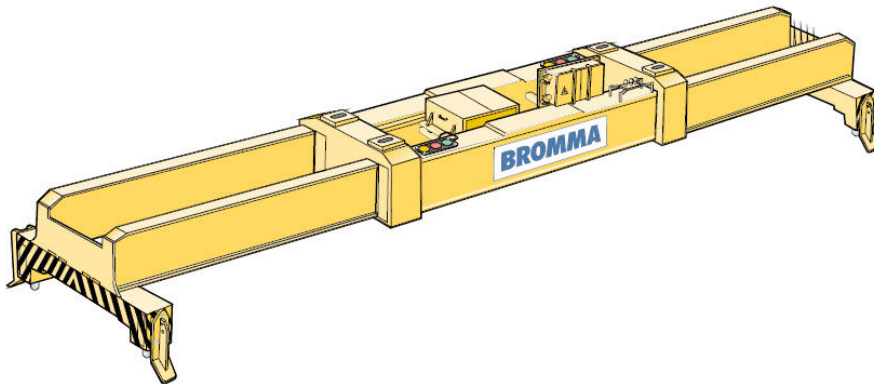


Figura 5.4: Spreader telescópico

En función da zona do contedor pola que é izado:

- Spreader superiores: enganchan o contedor pola parte superior deste (Figura 5.5).



Figura 5.5: Spreader superior

- Spreaders frontais: os contedores son enganchados frontalmente (Figura 5.6).



Figura 5.6: Spreader frontal

- Spreaders laterais: o spreader lateral (Figura 5.7) engancha o contedor por un dos seus laterais. Para a manipulación deste tipo de spreaders requírense carretillas de moito peso para contrarrestar o momento xerado ao elevar o contedor.

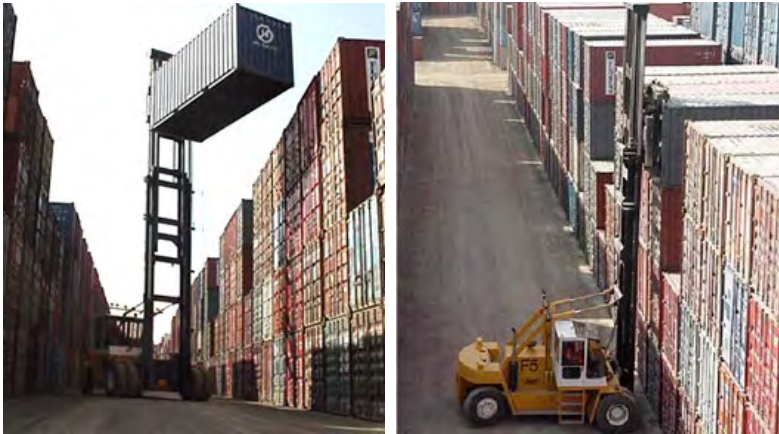


Figura 5.7: Spreader lateral

5.1.2 O pasador de ancoraxe xiratorio (twist-lock)

Todos os contedores están provistos de cantoneiras (Figura 5.8) de ferro forxado en cada unha das súas oito esquinas (catro superiores e catro inferiores).



Figura 5.8: Detalle de cantoneira (esquina) de contedor

Cada cantoneira ten unhas aberturas nos laterais e na cara superior (cantoneira superior) ou inferior (cantoneira inferior). Os spreaders contan cunhas pezas xiratorias de suxeición (Twist Lock ou pasador xiratorio de ancoraxe) que se introducen na abertura da cantoneira e serven para fixar o contedor a este (Figura 5.9 e 5.10). Cando o Twist Lock vira 90° estando aloxado dentro da cantoneira, fíxase ao contedor e queda bloqueado. É neste momento cando o contedor estará listo para o transporte unido solidariamente ao spreader. As aberturas das caras laterais utilízanse para a suxeición en estiba e a trincaxe do contedor durante o transporte marítimo.

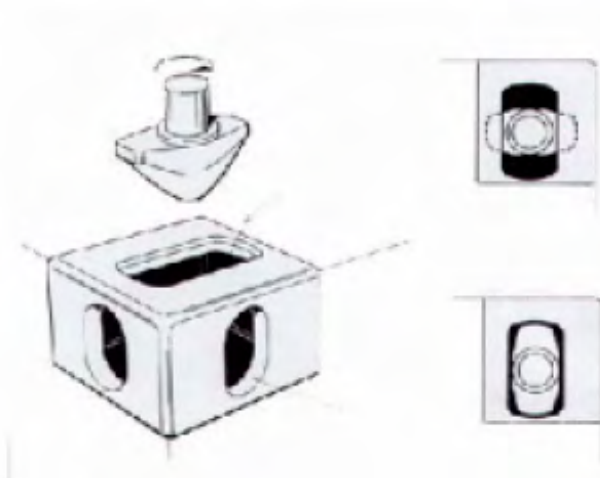


Figura 5.9: Esquema de Twislock e cantoneira onde se aloxa



Figura 5.10: Detalle de Twistlock (pasador xiratorio de ancoraxe)

Ademais, moitos contedores de estrutura de caixa, tanto de 20 como de 40 pés, están provistos dunhas canles por onde se poden introducir unhas forquitas (Figura 5.11 e 5.12), de forma que poidan ser manipulados tamén por medio de carretillas elevadoras (Fork Lift).



Figura 5.11: Detalle de izado de contedor mediante Fork Lift



Figura 5.12: Carretilla elevadora (Fork Lift)

5.2 Guindastres de peirao

O movemento incesante de mercadorías que se produce desde o barco cara ao patio da terminal, e en sentido inverso, debe realizarse de forma fluída mediante os guindastres de peirao, evitando deficiencias de capacidade. Un punto crítico é precisamente o peirao, onde os guindastres deben resolver o problema de carga e descarga do buque para que sexa constante e efectivo.

O papel dos guindastres de peirao, no obxectivo de mellorar a produtividade das operacións de carga e descarga do buque, é fundamental. Neste sentido, os guindastres deben adaptarse a medida que aumenta o tamaño dos buques, sendo capaces de elevar os contedores a maiores alturas, levándoos a máis distancia en menor tempo, e todo iso cada vez cunha maior precisión.

A continuación, preséntanse os diferentes tipos de guindastres de peirao existentes na actualidade.

5.2.1 Guindastres xiratorios

Este tipo de guindastre representa o tipo convencional de guindastre que se adoita ver nos portos, podéndose distinguir en dous grandes grupos:

5.2.1.1 Guindastres xiratorios sobre carrís

Adoitan ser máis antigos e de funcionamento eléctrico. Este tipo de guindastre (Figura 5.13) presenta a vantaxe de que pode trasladarse mentres está cargado (o traxecto que a vía lle permita). O feito de que estea montado sobre carrís tamén ten os seus inconvenientes, xa que é un guindastre máis ríxido, que non se pode trasladar a outros peiraos ou adaptar en función do tipo de buque.



Figura 5.13: Imaxes de guindastres sobre carrís (Porto da Coruña)

5.2.1.2 Guindastres xiratorios sobre pneumáticos

De corte máis moderno e de funcionamento por motor de combustión. Os guindastres montados sobre pneumáticos (Figura 5.14) presentan o inconveniente de que non poden trasladarse mentres están cargadas, pero pola contra, presentan un comportamento máis flexible e dinámico xa que poden trasladarse a outro tipo de peiraos se fose necesario, e adaptar a súa posición no peirao en función das dimensións do buque ao que estea dando servizo.



Figura 5.14: Exemplos de guindastre sobre pneumáticos

En ámbolos dous casos, o funcionamento dun guindastre xiratorio consiste en elevar a carga e abanicala 180° a cada banda, levándoa dende a bodega do barco ao peirao, e viceversa. Este tipo de guindastre é válido para a maioría de mercadorías, pero está deseñada principalmente para o movemento de mercadoría xeral. Debido a iso, non teñen rendementos especialmente importantes no caso de descarga de contedores. Aínda así, son perfectamente válidas para a descarga de contedores, aínda que deben estar equipados cun spreader.

Existen guindastres moito máis especializados para a descarga de contedores que proporcionan rendementos moito máis elevados. Trátase dos guindastres pórtico de peirao que se describen a continuación.

5.2.2 Guindastres pórtico (Portainer)

Esta tipoloxía de guindastre xorde fundamentalmente pola necesidade de especialización para a obtención de mellores rendementos e maior seguridade na carga de buques portacontedores.

A historia deste tipo de guindastre estivo, sen ningunha dúbida, protagonizada por *PACECO Inc.* (California). A *Pacific Coast Engineering Company* construíu, no ano 1958, a primeira serie de guindastres Portainer de peirao (Figura 5.15) especializadas na carga de contedores (é precisamente de aquí de onde se deriva que hoxe chamemos aos guindastres portacontedores, guindastres Portainer).



Figura 5.15: Primeiro guindastre tipo portainer (*PACECO Inc*)

De modo a identificalas correctamente, na seguinte figura (Figura 5.16) indícanse as principais partes que compoñen un guindastre Portainer:

1. Pluma sobre o mar.
2. Pluma en terra.
3. Estrutura.
4. Cabina do operador: lugar desde onde se accionan todos os mecanismos do guindastre.
5. Trolley: estrutura metálica (carro) que se despraza a través da pluma do guindastre, e do que colga o spreader a través de cabos metálicos.
6. Motor do trolley: mecanismo que permite desprazarse ao trolley a través da pluma do guindastre.
7. Spreader: peza metálica que agarra os contedores, conectada co trolley a través de cabos metálicos.
8. Rodas: permiten o movemento a través dos carrís instalados no peirao.



Figura 5.16: Exemplo de grúa Portainer

5.2.2.1 Lonxitude da pluma

Este factor é fundamental para unha correcta elección do guindastre, xa que a lonxitude da pluma, xunto coa máxima carga de traballo, son os dous parámetros básicos que condicionan o cálculo estrutural da mesma.

Na elección dun guindastre, téndese a escoller unha lonxitude de pluma capaz de manipular unha fila máis de contedores que as correspondentes á manga do maior buque esperado no porto. Deste xeito mellorarase a produtividade en dous sentidos: a) dispónse dun “remanente” de capacidade para utilizar se fose necesario, ou nunha situación excepcional, sen incrementar demasiado o custo; b) elixindo unha pluma coas condicións anteriormente citadas permite que o “trolley” non traballe en deceleración na zona final da pluma ao non estar próximo do tope de lonxitude desta.

Aínda que é certo que desde os anos 90 a tendencia foi ir cara a guindastres de pluma de máis de 50 metros desde o carril máis próximo ao cantil (aptas para traballar con anchos de buque de 19 filas), aínda segue existindo unha gran demanda de guindastres con lonxitudes de pluma de 40 metros ou menos. A explicación de tal fenómeno é a adaptación de gran cantidade de portos ao tráfico de contedores, traballando con buques tamaño “feeder”.

Doutra banda, é importante mencionar que a demanda de guindastres con tamaño de pluma intermedio entre 40-50 metros está descendendo debido a que

moitos operadores estanse anticipando ás potenciais necesidades futuras e están investindo en guindastres con alcances maiores aos necesarios na actualidade.

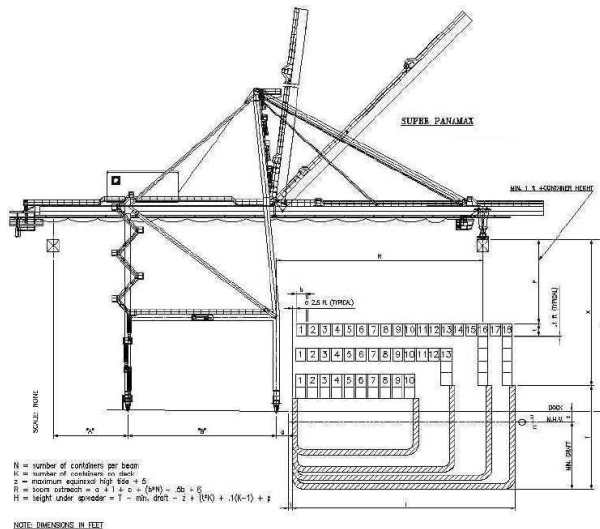


Figura 5.17 Esquema de guindastre portainer que opera en barcos de diferente manga

5.3 Guindastres de patio

O patio da terminal conforma o subsistema de almacenamento desta e condiciona a capacidade da propia terminal. Está determinado en gran medida polo tipo de equipos e maquinaria a utilizar, xa que condicionan a altura de empilamento dos contedores e as posibilidades de automatización. A continuación preséntanse as principais tipoloxías.

5.3.1 Guindastres pórtico de terminal (Transtainer)

5.3.1.1 RTG – Rubber Tyred Gantry-crane

Este sistema utiliza pontes guindastre (Figura 5.18) que circulan sobre neumáticos. Usualmente dispoñen de motores de combustión, aínda que tamén poden funcionar electricamente. As alturas de empilamento acadadas mediante este tipo de maquinaria adoitan ser 4, chegando como máximo a 6 alturas, circulando sobre filas de 6 a 7 contedores ao ancho (e un carril máis para a carga e descarga sobre as plataformas de transporte interno da terminal, vehículos auxiliares e externos).



Figura 5.18: Sistema RTG de empilamento de contedores

A zona de empilamento organízase en bloques de fileiras lonxitudinais, paralelas ou perpendiculares ao peirao, para que o guindastre se poida mover ao longo dun gran número de contedores.

As plataformas ou vehículos auxiliares (Figura 5.19) representan o nexos de unión entre a zona de almacenamento e a zona de embarque/desembarque, ou no seu caso, coa saída da terminal para despachar o contedor ao seu destinatario. É de vital importancia apuntar, que no caso de pórticos sobre rodas, a pavimentación xoga un papel decisivo no funcionamento da terminal. As cargas transmitidas polas RTG son moi importantes, especialmente en zonas de xiro.



Figura 5.19: Sistema RTG, recollida de contedor de plataforma

As vantaxes que ofrece este sistema son as seguintes:

- A optimización do espazo con este tipo de sistemas é moi bo.
- O custo de mantemento dos equipos é baixo en comparación con outros sistemas.
- Este sistema é totalmente automatizable.
- Baixo nivel de danos sobre as mercadorías transportadas no contedor (sitúa, non transporta).

Como inconvenientes pódense citar:

- O custo dos equipos neste sistema é certamente alto, debido ao alto prezo de cada unidade. En comparación co Straddle Carrier, que será presentado posteriormente, o número de unidades necesarias é menor.
- Necesidade de pavimentación moi boa.
- Custo da man de obra acostuma a ser alto, pois necesitanse operarios nos guindastres e condutores na maquinaria auxiliar (cabezas tractoras).

Estes guindastres poden virar 90° para desprazarse dunha pila de contedores a outra. O número de guindastres pórtico necesarios dependerá fundamentalmente do tamaño da terminal e dos movementos que esta realice.

Un guindastre pórtico de terra pode manter os mesmos ratios de produción que unha mar-terra, con todo, se se están realizando á vez operacións de carga e descarga, serán necesarios dous guindastres de terra por cada guindastre mar-terra para atender ao buque. Se a densidade de contedores por unidade de superficie da terminal fose moi alta, poderíase considerar ata utilizar un terceiro guindastre de terra. En xeral, as terminais que utilizan este sistema de manipulación obteñen unha boa capacidade e un alto grao de satisfacción en todos os sentidos.

5.3.1.2 RMG – Rail Mounted Gantry-crane

Trátase dun guindastre pórtico similar á RTC que presenta como principal diferenza que vai montada sobre carrís (Figuras 5.20 e 5.21). Este tipo de sistemas utilízase onde a necesidade de optimizar o espazo é aínda maior, conseguíndose maiores alturas de empilamento e menor ocupación das patas do guindastre ao estar perfectamente definidos os carrís.

O custo de implantación deste tipo de sistema é moi elevado, pero adoita compensarse coa tremenda eficiencia que o caracteriza. Á súa vez, este sistema é adaptable a outros sistemas de manipulación.



Figura 5.20: Sistema RMG de manipulación de contedores

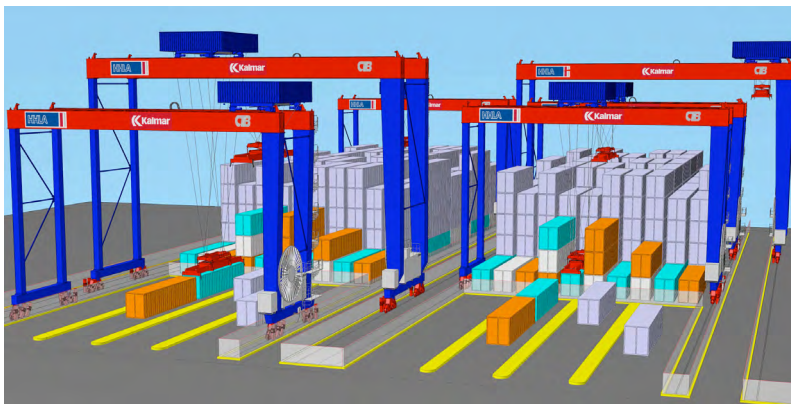


Figura 5.21: Esquema dunha terminal de contedores co sistema RMG

5.3.1.3 OHBC – Overhead Bridge Crane

Trátase dun guindastre pórtico similar á RMG que presenta como principal innovación e diferenza respecto de as anteriores que vai montada sobre unha viga carrileira en altura (Figuras 5.22 e 5.23). Este tipo de sistemas utilízase onde a necesidade de optimizar o espazo é aínda moito maior, conseguíndose densidades de empilamento maiores que con calquera outro sistema.

Ao ser un sistema practicamente “rígido” cos seus movementos perfectamente definidos, son proclives a automatizarse moito máis facilmente que os demais. En moitas ocasións a ponte guindastre dispón de saíntes laterais, de maneira que a zona de entrega /recolleita de contedores queda fóra dos eixes dos carrís. O custo de implantación deste tipo de sistema é bastante elevado, pero adoita compensarse coa tremenda eficiencia que o caracteriza. Debido a isto, son

máis rápidos e contan comparativamente coa maior rixidez dentro dos guindastres pórtico. Á súa vez, este sistema é adaptable a outros sistemas de manipulación.



Figura 5.22: Terminal equipada co sistema OBHC



Figura 5.23: Sistema OBHC na terminal do Porto de Singapur

5.3.1.4 Straddle Carrier

Os Straddle Carriers (Figura 5.24) son carretillas-pórtico móbiles que transportan o contedor entre as catro patas. O amoreado máximo que adoita permitir este tipo de sistema é de 3 alturas, aínda que existen Straddle carriers especiais que permiten alcanzar unha cuarta altura. Diso dedúcese que a optimización do espazo nunha terminal deste tipo é bastante boa. A pavimentación da terminal ha de ser boa, xa que este sistema require dunha plataforma de calidade para rodar.



Figura 5.24: Straddle Carriers

O custo deste tipo de maquinaria é bastante elevado. Este sistema é especialmente apropiado para terminais de tamaño medio, medio-pequeno, xa que son bastante rápidos e manobrables. Isto fai que non se precisen medios adicionais para o transporte dentro da terminal.

Outro factor moi importante a ter en conta ao dimensionar unha terminal na que se utilizará este tipo de equipos é a súa disposición en planta. A zona de almacenamento distribúese en longas fileiras entre as que se necesitan corredores duns 1.6m para que poidan circular correctamente os Straddle carriers. As fileiras poden ser paralelas ou perpendiculares á liña de atraque. A disposición perpendicular reduce sensiblemente a distancia de viaxe pero crea un tráfico na terminal máis complexo e reduce as áreas de manobra dos Straddle carrier.

Outro parámetro de deseño importante é a visibilidade dos operadores destes equipos, xa que é moi limitada. Debido a iso, para garantir a seguridade na explotación da terminal, é moi importante telo en conta á hora de deseñar a súa disposición en planta, xa que as velocidades ás que se moven estes equipos son considerables.

5.3.2 Maquinaria auxiliar dentro da terminal

5.3.2.1 Reach-Stacker

Os Reach-stackers (Figura 5.25) son carretillas elevadoras dotadas dun brazo telescópico e un spreader superior xiratorio, o que os fai especialmente versátiles como medio de transporte e empilamento nas terminais de contedores.

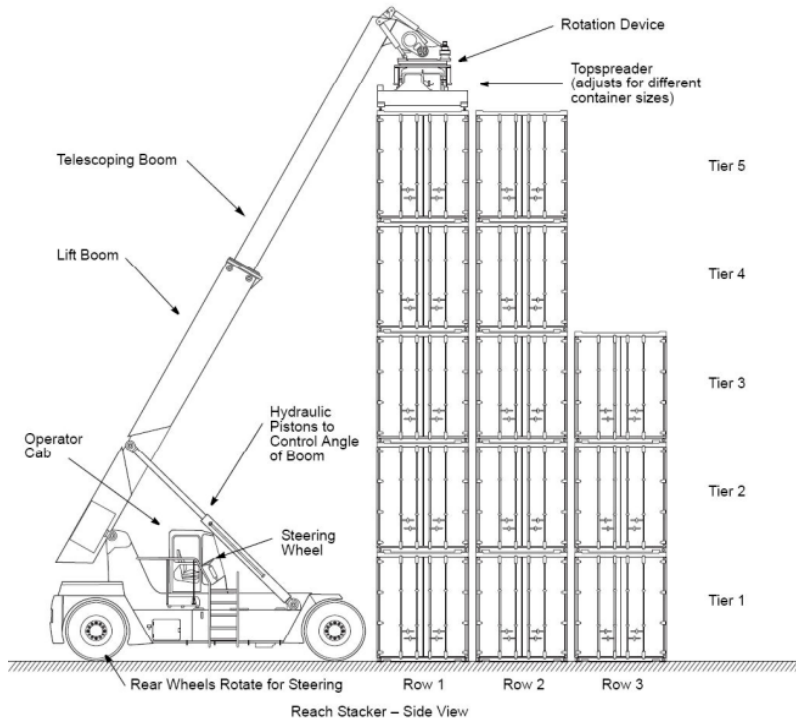


Figura 5.25: Esquema de funcionamento dun Reach-stacker

As vantaxes principais deste sistema respecto de outros son as seguintes:

- Posúen unha gran capacidade de carga (usualmente maior que a das carretillas elevadoras convencionais).
- Poden empilar contedores desde 4 a 6 alturas (ou ata máis), o que é máis que a maioría de carretillas elevadoras.
- Unha característica moi importante deste tipo de equipo é que pode alcanzar a contedores situados máis aló da primeira liña de empilamento (Figura 5.26). Quizais sexa esta característica o que os faza que sexan especialmente recomendables e versátiles
- O spreader, ao ser telescópico, permite manexar unha ampla gama de tamaño de contedores.



Figura 5.26: Exemplo de acceso a contedor en segunda liña

Como contrapartida, pódese dicir dos Reach-stackers o seguinte:

- Son máis caras cas carretillas elevadoras convencionais, aínda que, máis baratas que os Straddle carriers.
- Ao “atacar” o contedor de forma perpendicular, necesitan maior ancho de rúa para circular, o que supón maiores perdas de espazo na terminal e maior tempo de manipulación.

5.3.2.2 Carretilla elevadora (Fork-Lift)

Tal e como se comentou anteriormente, a maioría dos contedores de tipo “caixa” de 20 pés e de 40 pés están dotados dunhas canles especiais na parte inferior da súa estrutura que permiten manipularlos introducindo mediante carretillas elevadoras ou Fork-Lifts (Figuras 5.26 e 5.27). Empréganse para levantar e transportar os contedores dentro da terminal. Non están dotadas do spreader, senón dunhas forquitas que se introducen nas canles inferiores citados anteriormente.



Figura 5.27: Carretilla elevadora (Fork-Lift)

A principal vantaxe das carretillas elevadoras é, precisamente, que non están equipadas de spreader, senón das forquitas que se introducen nos ocos existentes no contedor. Esta simplicidade xoga ao seu favor posto que o spreader, ao dispoñer de mecanismos (apertura e pechadura dos Twist-locks e cambio de lonxitude en spreaders telescópicos) é máis susceptible a fallos e avarías. Polo que soen necesitar períodos de reparación durante os cales non están dispoñibles.

Un dos inconvenientes deste sistema é que unicamente o rozamento entre as forquitas e o contedor garante a unión de ambos, polo que, ante eventuais movementos inesperados ou descoidos do operador da carretilla, pode producirse a caída do contedor e danarse a carga.

Por outra banda, a diferenza principal respecto dos Reach-stackers radica en que o sistema de carga/descarga mediante forquitas unicamente fai posible que as carretillas poidan acceder á primeira liña de contedores, tendo que desfacer toda a primeira liña de contedores en caso de querer acceder a un contedor situado na segunda.

Outro inconveniente que se pode mencionar é a necesidade de “atacar” perpendicularmente o contedor para cargalo (e tamén para descargalo). Isto redundará en rúas máis anchas entre pilas de contedores (coa consecuente perda de espazo na terminal) e maiores tempos de manobra para situar un contedor no lugar desexado.

Do mesmo xeito que o Reach-stacker, provoca unha gran forza de punzonamento sobre o pavimento da terminal ao requirir un gran peso para compensar o momento que xera a manipulación dos contedores.

5.3.2.3 Side Loader

Basicamente, un Side Loader (Figura 5.28) é unha carretilla elevadora que ten o sistema de carga, xa sexa mediante forquitas ou un spreader, disposto nun dos seus laterais, en lugar de estar colocado na parte frontal.



Figura 5.28: Exemplos de Side Loader

A principal característica deste sistema consiste en que coloca e recolle os contedores de forma paralela á pila destes. Disto derívanse as seguintes vantaxes:

- Evita a perda de tempo na manobra de xiro da carretilla para situarse fronte á pila de contedores.
- Permite que as rúas entre pilas de contedores sexan máis estreitas ao non ter que manobrar para situarse en posición para enganchar o contedor.

É precisamente esta característica a que tamén xoga na súa contra, xa que debido a iso unicamente poden acceder á primeira liña de empilamento, permitindo unicamente a colocación de contedores paralelamente “á soga” (é dicir, polo seu lado máis longo) como se mostra na Figura 5.29.

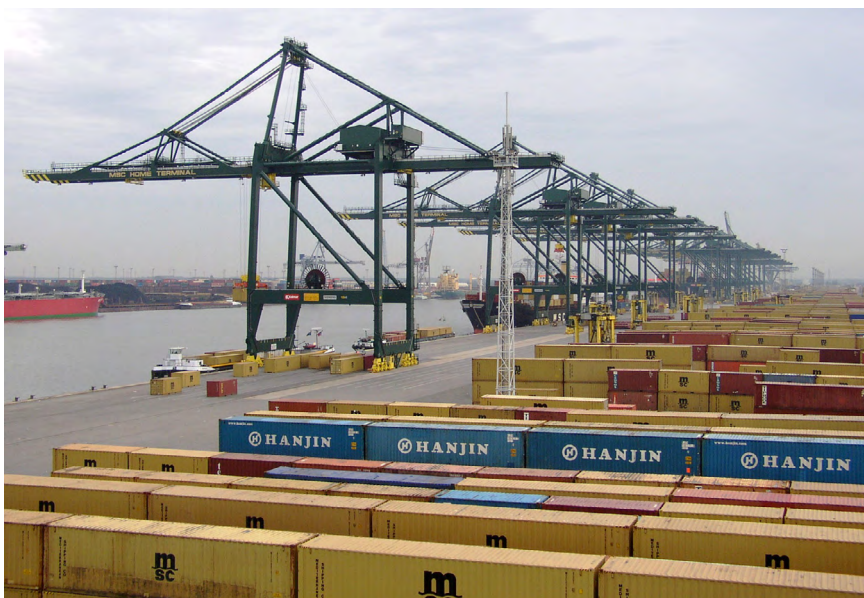


Figura 5.29: Contedores almacenados paralelamente “á soga”

5.3.2.3 Plataforma + cabeza tractora

Este sistema baséase na colocación dos contedores sobre plataformas que posteriormente serán remolcadas por cabezas tractoras cara ao lugar de destino (Figura 5.30). Aínda que normalmente as plataformas utilízanse como medio de transporte, neste caso unicamente utilízanse a nivel interno dentro da terminal. Este tipo de sistema resulta conveniente en terminais de tamaño medio-grande nas que se teñan que realizar grandes desprazamentos en horizontal, xa que as cabezas tractoras desprázanse a gran velocidade.

Como inconvenientes deste tipo de sistema poden citarse os seguintes:

- Válido unicamente para transporte horizontal en terminal. Apropriado en casos de terminais de tamaño medio-grande. Ao non dispoñer de medios de elevación non se poden realizar tarefas de empilamento.
- Necesidade de rúas anchas que permitan o xiro da cabeza tractora + plataforma para que poidan manobrar en condicións de rapidez e seguridade, coa consecuente perda de espazo na terminal.
- Necesidade de espazo de estacionamento para as plataformas e cabezas tractoras, coa consecuente perda de espazo na terminal.



Figura 5.30: Plataforma + cabeza tractora para transporte interior na terminal

5.4 Zonas complementarias

Como complemento á actividade principal dunha terminal de contedores, establécense tamén unha serie de zonas adicionais para a realización de diferentes actividades específicas:

- Zona de almacenamento de contedores refrixerados (reefers) con conexións á rede eléctrica.
- Zonas de almacenamento de contedores con mercadorías perigosas de modo que se cumpra a normativa de seguridade.
- Zonas de almacenamento de contedores a requirimento de organismos públicos para proceder á inspección destes. Por exemplo: Puntos de Inspección Fronteriza Europeos.

Ademais, son necesarias unha serie de edificacións para o correcto funcionamento da terminal:

- Oficinas da terminal. Preferentemente instalárase tamén nelas a sala de control. En caso de non estar situada nestas, situárase nun novo edificio se o tamaño da terminal requireo.
- Talleres para o mantemento e reparación da maquinaria da terminal.
- Almacén de consolidación. Onde se realizan operacións de grupaxe ou ruptura de carga. Este almacén é moi importante xa que nel realízanse operacións de actividade loxística de valor engadido. Este almacén podería considerarse como unha propia subterminal, xa que require accesos diferenciados dos propios da terminal de contedores.

6. Metodoloxías de cálculo de capacidade

A capacidade dunha terminal portuaria pódese definir como a cantidade máxima de tráfico que pode manexar nun escenario dado. As condicións baixo as cales se define o seu cálculo poden variar, polo que se poden definir varios tipos de capacidade. Para poder entender o concepto de capacidade é preciso coñecer os diferentes subsistemas que compoñen unha terminal de contedores.

6.1 Discretización en subsistemas de una terminal

Unha terminal de contedores non deixa de ser, en esencia, un intercambiador modal que exerce de interface entre dous fluxos de mercadorías: o terrestre e o marítimo. Neste sentido, é preciso dispor dunha certa superficie de almacenamento na terminal que exerza de sistema regulador dos diferentes ritmos de saída e chegada de mercadoría por terra e mar.

O obxectivo fundamental dunha terminal de contedores é exercer da forma máis rápida posible de nodo de transporte modal. Por iso, deberá estar equipada cos medios e organización necesarios, de forma que o intercambio de modo realícese da forma máis rápida, eficiente, segura, económica e, por suposto, sostible (respectuosa co medio ambiente).

Froito de todo iso e da investigación que se fixo das terminais marítimas de contedores, a visión clásica coa que multitude de autores están de acordo é aquela na que a terminal de contedores é un sistema integrado, con conexión física e de información coas redes terrestres e marítimas, composto por catro subsistemas como se pode apreciar na Figura 6.1. Estes subsistemas son:

- 1.- Subsistema de carga e descarga de buques.
- 2.- Subsistema de almacenamento de contedores.
- 3.- Subsistema de recepción e entrega terrestre.
- 4.- Subsistema de interconexión interna.

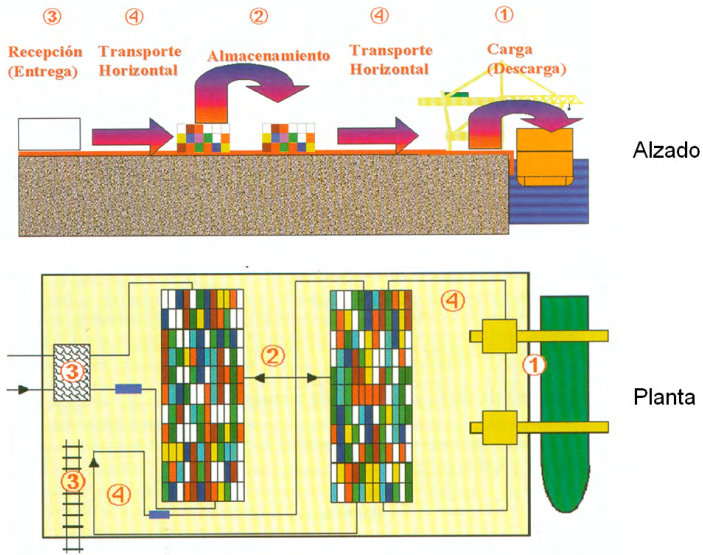


Figura 6.1: Subsistemas dunha terminal de contedores (Monfort 2001)

6.1.1 Subsistema de carga e descarga de buques

A misión fundamental deste subsistema é atender a demanda de carga e descarga de contedores no buque con rapidez e seguridade. Este subsistema, caracterizado pola presenza do buque, presenta como función principal resolver a interface mar-terra do intercambiador modal que é a terminal de contedores. Como consecuencia da presenza do buque débense ter en conta diversas consideracións en función das súas características:

6.1.1.1 Dimensións do buque

O progresivo aumento nas dimensións dos buques contedores carrega unha problemática asociada a este factor:

- Necesidade de infraestruturas cada vez maiores, dimensionadas con folgura, para non quedar fóra das rutas de transporte de contedores (ben sexa feeder ou liner). Cada porto terá como obxectivo captar o tráfico que máis se axuste á súa oferta portuaria.
- Non só cada vez son necesarias maiores infraestruturas senón que tamén serán necesarios medios cada vez maiores e con maior capacidade de carga que poidan dar servizo aos buques.
- Debido á forte presión das navieiras, cada vez faise máis necesario que as estadias dos buques en porto sexan cada vez menores, obrigando a mellorar a produtividade das terminais e consecuentemente, mellorar o rendemento das operacións de carga e descarga.

6.1.1.1 Axentes singulares: armadores, navieiros e consignatarios

Moitos destes axentes teñen un marcado carácter transnacional e están libres da catividade a un porto concreto. Iso, unido a que xeralmente son empresas fortemente capitalizadas, son susceptibles de trasladarse a portos onde lles sexan máis favorables as condicións nas que desenvolver as súas actividades.

6.1.2 Subsistema de almacenamento de contedores

Este subsistema intercálase entre o subsistema de carga e descarga de buques, e o de recepción e entrega terrestre de contedores. Debe atender eficazmente os catro ritmos diferentes asociados ás mercadorías: a) carga e descarga de buques; b) recepción e entrega da mercadoría aos modos de transporte terrestres.

A xeración dos fluxos de mercadoría, fai necesario dispoñer de superficies de almacenamento que sexan coherentes coa demanda. Por outra banda, é unha realidade que dispoñer de superficie portuaria é moi caro, xa que se conseguen froito da realización dunha serie de obras marítimas. Iso provocou a procura de cada vez maiores alturas de e, consecuentemente, explanadas con elevada capacidade portante e maquinaria de maiores dimensións e capacidade de carga.

6.1.3 Subsistema de recepción e entrega terrestre

A misión deste subsistema é facilitar a recepción ou entrega da mercadoría baixo os preceptos de rapidez e seguridade. É de suma importancia neste subsistema, xestionar de forma eficiente a gran cantidade de información que se intercambia mediante documentación diversa. Aquí desenvólvense as operacións na interface terrestre, sendo o ferrocarril e o camión os destinos dos contedores para así iniciar o seu transporte. A caracterización destes medios é a seguinte:

- Transporte por ferrocarril: a existencia de horarios de chegada e saída preestablecidos fai que se poida programar a actividade da terminal en base a estes fitos. Desta forma, é máis sinxelo optimizar os movementos dos contedores e axustar as necesidades de persoal e maquinaria.
- Transporte por estrada: caracterizado por un alto grao de atomización e unha gran dispersión de horarios con horas punta nos que se abastece e recolle mercadoría da terminal.

6.1.4 Subsistema de interconexión interna

Este subsistema ten por obxectivo a distribución rápida, segura e eficiente dos contedores dentro da terminal. É moi importante que os medios estean dimensionados correctamente, coordinados cos demais subsistemas. Desta forma, a terminal funcionará como un sistema integrado harmonicamente e non como

subsistemas independentes que se solapan entre eles penalizando o funcionamento global da terminal.

6.1.5 Capacidade da terminal - Integración de subsistemas

Logo de presentar o punto de vista clásico de división das terminais de contedores en subsistemas, escusa dicir que o bo funcionamento dunha terminal dependerá do dimensionamiento dunha forma harmónica de cada un dos seus subsistemas. A eficiencia e fluidez das operacións dunha terminal de contedores dependerá, pois, de que todos os subsistemas intégrense e funcionen en conxunto.

A procura da integración dos subsistemas non só a nivel interno como externo, ten como clave o intercambio de información. Como xa se apuntou anteriormente, canto maior sexa a información de que dispón cada un dos subsistemas respecto dos restantes, maiores probabilidades existen de coordinar e racionalizar os recursos existentes en cantidade e tempo.

6.2 Métodos de cálculo da capacidade

O cálculo da capacidade dunha terminal de contedores non é un cálculo sinxelo. Depende de multitude de factores, entre eles as tecnoloxías utilizadas, o equipamento da terminal, a tipoloxía e capacidade das infraestruturas de atraque, a tipoloxía e tamaño dos buques, etc.

Existen dúas metodoloxías para o cálculo do número de contedores que unha terminal podería chegar a mover ao ano:

- Métodos empíricos: baseados na experiencia
- Métodos de simulación numérica: baseados na simulación mediante ordenadores das condicións de funcionamento reais dunha terminal

6.2.1 Métodos empíricos

A continuación preséntanse dous métodos empíricos, como exemplo de metodoloxías que tratan de ofrecer un cálculo aproximado da capacidade dunha terminal de contedores.

6.2.1.1 Port Development. United Nations (1985)

Este método aproxima o cálculo da capacidade dunha terminal de contedores a través de varios ábacos como o que se mostra a continuación (Figura 6.2), baseados no estudo de terminais de contedores en operación (pódese consultar a metodoloxía completa na seguinte ligazón: <http://r0.unctad.org/ttl/docs-un/td-b-c4-175-rev 1/TD.B.C.4.175.REV.1.PDF>).

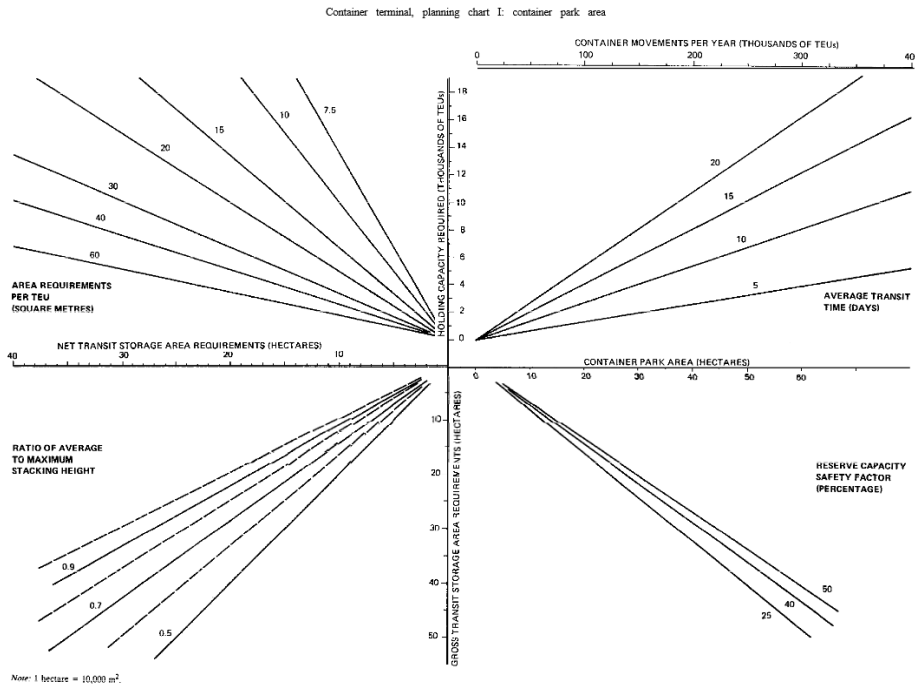


Figura 6.2: Exemplo de ábaco de cálculo da capacidade dunha terminal de contedores (United Nations 1985)

6.2.1.2 The Capacity in Container Port Terminals. UNCTAD (2012)

Este segundo método, moito máis recente, foi desenvolvido pola Fundación Valenciaport. É particularmente interesante a formulación proposta, baseada na definición de varios niveis de servizo de funcionamento dunha terminal, (concepto amplamente utilizado e estendido no estudo das condicións de tráfico dunha estrada). Isto ten un elevado interese desde o punto de vista do diagnóstico de funcionamento dunha terminal en relación coas súas capacidades máximas.

A metodoloxía permite determinar a capacidade máxima que unha terminal podería chegar a conseguir, e o nivel de servizo que presentaría nunhas determinadas condicións de operación determinadas. A continuación coméntase brevemente os aspectos máis relevantes da mesma (pódese consultar a metodoloxía con detalle na seguinte ligazón http://unctad.org/meetings/en/Presentation/dtl_ttl_2012d10_Soberon.pdf).

Cálculo da capacidade

O cálculo da capacidade está baseado en tres alicerces:

1. Hipótese de partida: relacionadas con varias cuestións relativas a cada un dos subsistemas dunha terminal de contedores:

- a. Descarga/Carga buque.
 - b. Transferencia peirao-almacenamento.
 - c. Almacenamento.
 - d. Recepción/Entrega.
2. Capacidade de atraque. Calcúlase segundo unha formulación que depende de:
- a. Número de atraques
 - b. Relación de ocupación de atraque aceptable.
 - c. Produtividade media anual de buques.
 - d. Recomendacións para a capacidade de atraque anual por metro de peirao

$$C_B = n \cdot \phi \cdot t_{year} \cdot P$$

onde

- | | |
|------------|--|
| n | número de atraques |
| Φ | ratio de ocupación aceptable |
| t_{year} | horas por ano operativas da terminal |
| P | produtividade anual media de los buques en atraque |

3. Capacidade de almacenamento. Calcúlase segundo unha formulación que depende de:
- a. Densidade de contedores por unidade de área.
 - b. Promedio operacional de altura de empilamento: capacidade de almacenamento estático.
 - c. Tempo de espera.
 - d. Recomendacións para a capacidade de almacenamento anual por hectárea de xardín.

$$C_y = \#ground_slot \cdot h \cdot \frac{365}{T_{dw}}$$

onde

- | | |
|---------------|--|
| #ground_slots | número de TEU |
| h | altura media de empilamento |
| T_{dw} | tempo medio de almacenamento dos contedores (días) |
| $365/T_{dw}$ | número medio de reposición de contedores por ano |

a) Determinación do Nivel de Servizo

Tal e como se comentou anteriormente, se trata dunha importante innovación neste campo respecto da bibliografía existente, xa que proporciona unha determinación obxectiva do grao de desempeño e fluidez no funcionamento dunha terminal de contedores.

A través da metodoloxía desenvolvida pola Fundación Valenciaport, demóstrase que a calidade do servizo de contedores das empresas navieiras é función do tempo de espera de entrada a porto e da produtividade media da descarga dos buques no peirao. Deste modo, según é indicado na Figura 6.3, defínense tres categorías de nivel de servizo (A-C) para cada un destes parámetros, surxindo nove combinacións posibles entre elas, que definen as diferentes situacións nas que unha terminal de contedores pode encontrarse en relación cos dous parámetros definidos anteriormente.

LEVEL OF SERVICE	Relative waiting time	LEVELS OF SERVICE			
		D	> 0,2	-	-
C	0,1 - 0,2	-	CC	BC	AC
B	0,05 - 0,1	-	CB	BB	AB
A	up to 0,05	-	CA	BA	AA
		< 35	35-50	50-65	> 65
		Annual average productivity of vessel at berth (P) (cont./h)			
		D	C	B	A
		LEVEL OF SERVICE			

Figura 6.3: Táboa de cálculo de niveis de servizo en terminais

6.2.2 Métodos numéricos

A análise baseada en simulación numérica é especialmente útil para o deseño de novas terminais de contedores, o cálculo da súa capacidade e a avaliación da aplicación de novos recursos ou impactos de novas políticas e procesos de operación.

Existen varios modelos de simulación por ordenador que tratan de integrar todas as actividades dunha terminal de contedores, e de coordinar as interaccións esenciais entre os subsistemas que afectan á capacidade da terminal.

Os modelos incorporan métodos para xerar patróns de chegada de buques realistas (teoría de colas) e teoricamente poden rastrexar os movementos de millóns de contedores dentro dunha terminal. Normalmente estes modelos están calibrados a través de datos de operación de terminais en explotación.

7. Novas tecnoloxías para mellorar a eficiencia das terminais

As terminais de contedores evolucionaron ao longo do tempo ata converterse en sistemas integrados que exercen de nodo de procesos de intercambio na cadea de transporte modal do tráfico de contedores.

A multitude de factores exógenos que interveñen nos procesos marítimo-terrestres, e a gran cantidade de datos que se manexan nestas operacións son os actores dun escenario especialmente complexo. Así mesmo, a existencia dun gran número de tipoloxías de buques, contedores e vehículos de manipulación de carga/descarga, incrementa a complexidade deste tipo de sistemas.

Debido a iso, é fundamental investir en investigación e desenvolvemento de novas tecnoloxías e maquinaria que permitan aumentar a eficiencia das terminais, actuando principalmente en dous aspectos: a) a mellora da produtividade, e b) a automatización das operacións.

A continuación, describíense algúns dos principais avances logrados nos últimos anos en relación con estes dous aspectos, así como futuras liñas de investigación e equipos a desenvolver.

7.1 Sistemas para mellorar a produtividade

7.1.1 O sistema “double trolley”

Este sistema é unha mellora dos clásicos guindastres Portainer. Consiste en incorporar no guindastre unha plataforma intermedia na que se depositan os contedores antes de chegar a terra, e un novo carro mobilízalos finalmente ata o peirao (Figura 7.1).

A priori, podería parecer que dividir o movemento de descarga do contedor a terra en dúas fases (1. buque-plataforma e 2. plataforma-peirao) tería como consecuencia unha penalización no rendemento do guindastre. Isto non é así, xa que a segunda fase da operación se pode automatizar facilmente, o que permite levar a cabo a operación máis rapidamente. Isto débese a que nesta segunda fase o contedor móvese entre dous planos fixos, mentres que na primeira fase, os movementos do buque complican a automatización do proceso.



Figura 7.1: O sistema “double trolley” - ZPMC

Mediante este sistema, a produtividade pode chegar a aumentar nun 50%. Como inconveniente, cabe citar o custo do guindastre, que pasa a ser entre un 30% e un 50% máis caro que o convencional, cun mantemento tamén máis caro, ao ter case todos os seus elementos por duplicado (motores, direccións, elevadores, etc.).

7.1.2 O sistema “twin-lift”

O sistema “twin-lift” consiste en realizar a descarga de dous contedores mediante un só movemento de guindastre, o que permite duplicar a produtividade. Isto conséguese mediante un spreader especial que conta con oito twist-locks (Figura 7.2).

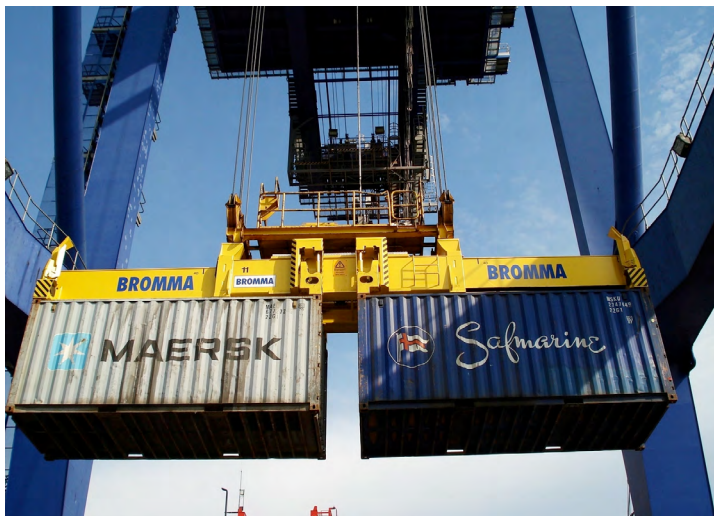


Figura 7.2: Spreader Twin-Lift para contedores de 20 pés – Bromma

Os aspectos máis importantes a ter en conta con este sistema son as capacidades máximas de carga dos guindastres e a comparación das velocidades do guindastre entre o sistema simple e o twin.

Inicialmente, este tipo de sistemas estaba indicado en rutas que traficaban principalmente con contedores de 20 pés. Este tipo de contedores facían este sistema especialmente viable debido a que os spreaders están calculados para as cargas dos contedores de 40 pés e, cargando dous contedores de 20 pés non adoitan excederse eses límites e a produtividade aumenta notablemente. Posteriormente, e debido ao aumento do tamaño e resistencia estrutural dos guindastres xurdiu o twin-lift para contedores de 40 pés, mediante o emprego de spreaders dobres.

Como se pode apreciar nas Figuras 7.3 e 7.4, a diferenza principal entre o sistema twin-lift de 40 pés e o de 20 pés, é que no primeiro caso os contedores fíxanse ao spreader de forma paralela, mentres que no segundo caso se colocan en liña.



Figura 7.3: Sistema twin-lift de 40 pés – Porto de Dubai

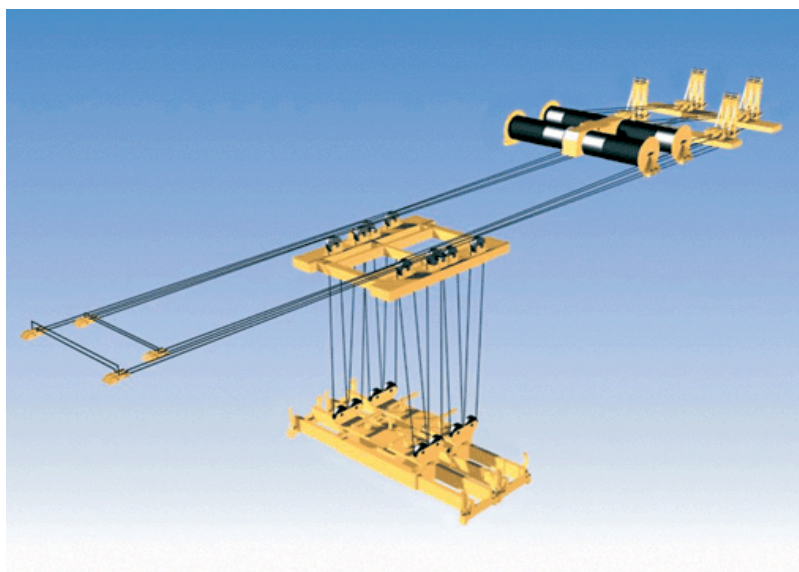


Figura 7.4: Sistema twin-lift para contedores de 40 pés – ZPMC

Como consecuencia do desenvolvemento do sistema twin-lift para contedores de 40 pés, xurdiu unha nova adaptación deste sistema de dous spreaders paralelos, dotando aos spreaders cos mecanismos necesarios para descargar 2 contedores de 20 pés simultaneamente. É dicir, con este equipamento, conseguiríanse descargar 4 contedores de 20 pés de forma simultánea (Figura 7.5)



**Figura 7.5: Descarga simultánea de catro contedores de 20 pés.
Porto de Qingdao**

7.1.4 Sistema para 3 contedores de 40 pés

A aparición dun sistema capaz de descargar nunha única operación ata 3 contedores de 40 pés foi un das últimas evolucións neste campo en busca do máximo rendemento e eficiencia dentro dos guindastres de contedores. Como o seu propio nome indica, pode cargar e descargar ata tres contedores de 40 pés de forma simultánea (Figuras 7.6 e 7.7). En comparación cun guindastre equipado cun spreader twin-lift de 40 pés supón unha mellora nos rendementos de entre un 15% e un 20%.



Figura 7.6: Guindastre para contedores de 40 pés triplo (ZPMC)



Figura 7.7: Guindastre para contedores de 40 pés triplo descargando sobre plataformas – Porto de Shenzhen

7.2 Sistemas para a automatización das terminais

O gran reto ao que se enfrenta unha terminal de contedores para alcanzar o obxectivo de optimizar a produtividade é a automatización dos procesos nela realizados. Para iso, é necesario que todos os elementos que interveñen neste proceso teñan unha localización fixa e coñecida.

Polo que respecta aos guindastres Portainer, para lograr o máximo grao de automatización é necesario que o nivel de rixidez do guindastre sexa o suficientemente bo como para considerar que os elementos teñen posicións fixas e coñecidas. Para iso é preciso definir unha estrutura moi ríxida, con niveis admisibles de deformacións moi estritos. Un guindastre de estrutura ríxida, axudará ao control da carga e permitirá ao operario un manexo máis cómodo.

Un parámetro que define a rixidez estrutural do guindastre é a súa “frecuencia natural de vibración”. Para guindastres en situacións nas que o “trolley” se atope desprazándose a gran velocidade, deberá controlarse a “frecuencia natural” na dirección de desprazamento deste. Como regra xeral, e como indicación de guindastre suficientemente ríxido, a “frecuencia natural de vibración” debería estar na contorna de $f=0.7$ Hz. O período de vibración para este valor da frecuencia será polo tanto de 1.428 seg.

7.2.1 Implementación de tecnoloxías para a automatización

7.2.1.1 Automatización na xestión da información da terminal

Polo que respecta a xestión da información e das comunicacións da terminal pódense identificar tres sistemas:

Sistema operativo da terminal: ferramenta para a planificación e a explotación da terminal. Ten por finalidade a xestión da información da terminal. A oferta de software para a xestión automatizada da terminal mellora día a día. Con todo, debido ao carácter estratéxico deste ámbito, algúns grandes operadores optan por realizar desenvolvementos propios. As tendencias neste sentido son:

- Integración de operacións marítimas e terrestres.
- Monitorización do sistema.
- Modelos de simulación.

Sistemas de comunicación externa: polo que respecta a este sistema é importan destacar os seguintes aspectos:

- A recepción de información é tanto "vía marítima" como "vía terrestre".
- A implantación de tecnoloxías de comunicación vía intercambio electrónico de datos (EDI) está sendo máis lenta do previsto no inicio dos 90.
- No ámbito terrestre, a implantación é inferior e na actualidade o impulso estase realizando mediante o desenvolvemento dos denominados Sistemas de Información Comunitarios.
- Outra tendencia destacable é a da cooperación interportuaria no desenvolvemento de redes de comunicación. Un claro exemplo atópase no ámbito da comunicación en materia de mercadorías perigosas.

Sistemas de comunicación interna: este sistema tamén presenta melloras notables:

- A conveniencia de traballar en tempo real está favorecendo a progresiva implantación de terminais móbiles que se comunican co sistema central por radiofrecuencia. A transcendencia da seguridade na transmisión e a velocidade da mesma son aspectos craves para o emprego dunha ou outra tecnoloxía (banda estreita/banda ancha).
- A comunicación da localización dos equipos é un dos temas de maior interese. Progresivamente vaise introducindo o sistema de posicionamento vía satélite (DGPS) completado por sistemas en terra como transponders ou LADAR pola necesidade de maior precisión e seguridade (sistemas redundantes).
- A identificación do contedor e a súa data de alta/baixa no sistema é un proceso fundamental. Algunhas terminais están incorporando sistemas de vídeo dixital nas portas que empregan o recoñecemento óptico de caracteres. Outra tendencia é a dos tags.

7.2.1.2 Automatización do proceso de recepción/entrega

Este sistema inventado en Nova Zelandia permite, mediante a sinxela instalación dun dispositivo especial (Figura 7.8) no remolque dun camión, descargar contedores de 20 e 40 pés sen necesidade de maquinaria auxiliar.

A vantaxe principal deste sistema radica precisamente en que non son necesarios medios auxiliares de carga ou descarga (tipo Reach Stakers ou Fork Lifts) tanto no lugar de recollida do contedor como en destino, abaratando custos de transportista e operador de terminal, e optimizando o funcionamento desta.

Ao non necesitar medios auxiliares redúcense os custos do vendedor do produto (empresa que enche o contedor), pois non é necesario que dispoña de carretillas elevadoras ou as retire dos labores que realicen dentro do proceso de produción cando chegue o transportista. Tamén se abaratan custos e redúcense os tempos de operación na propia terminal de contedores pois se poden dispoñer de zonas de descarga de camiións equipados con este sistema automático de descarga. Estas zonas funcionarán como “reguladoras” de picos de chegada de contedores á terminal, pois se a terminal non dispón dos medios auxiliares necesarios e os camiións non están equipados con este sistema formaranse atascos e colas para cargar e descargar os contedores nos camiións, o que redundará en custos imprevistos para o transportista e para o operador da terminal.

7.2.1.3. Desenvolvemento de terminais “totalmente” automatizadas

Para resolver o problema da carga e descarga rápida dos grandes buques portacontedores, desenvolvéronse varias clases de guindastres de gran eficiencia. Neste sentido, estanse dedicando tamén grandes esforzos no desenvolvemento da tecnoloxía das terminais de contedores para lograr cada vez sistemas de maior rendemento, económicos e automatizados.



Figura 7.8: Sistema de carga/descarga automático en remolques

Grazas á recente investigación sobre tecnoloxía portuaria en terminais de contedores, introducíronse dúas melloras tecnolóxicas fundamentais de cara a automatización das terminais:

- Eliminación do transporte por terra (transporte por medios tradicionais propulsados por motores de combustión/explosión).
- Desenvolvemento de nova tecnoloxía mecánica eléctrica.

Como resultado destas melloras tecnolóxicas o transporte de contedores dentro da terminal pódese levar a cabo mediante vehículos eléctricos automatizados que circulan sobre carrís ou plataformas (AGV–Automatic Guided Vehicle). Como exemplo deste sistema cabe citar a terminal de contedores do porto de Róterdam (Figuras 7.9, 7.10 e 7.11) e a do porto de Hamburgo (Figura 7.12). Doutra banda, ao utilizar guindastres tipo twin-lift para contedores combinado con este sistema de transporte de contedores automatizado, lógrase aumentar notablemente o rendemento global da terminal.

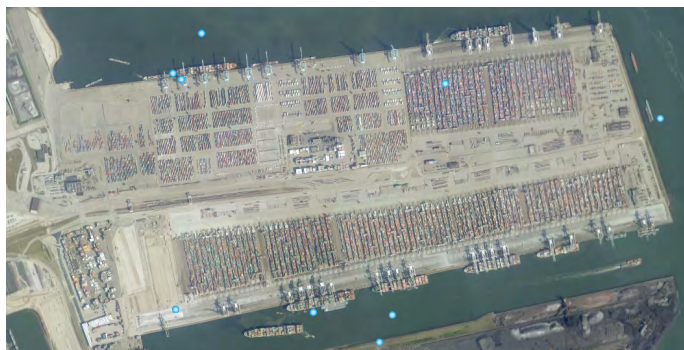


Figura 7.9: Vista aérea da terminal do Porto de Róterdam

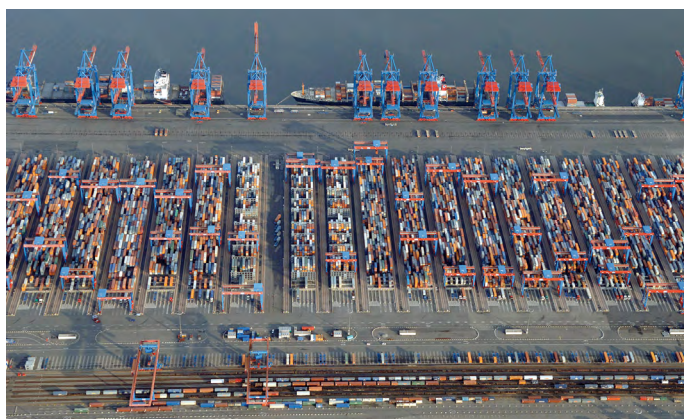


Figura 7.10: Terminal de contedores do porto de Róterdam

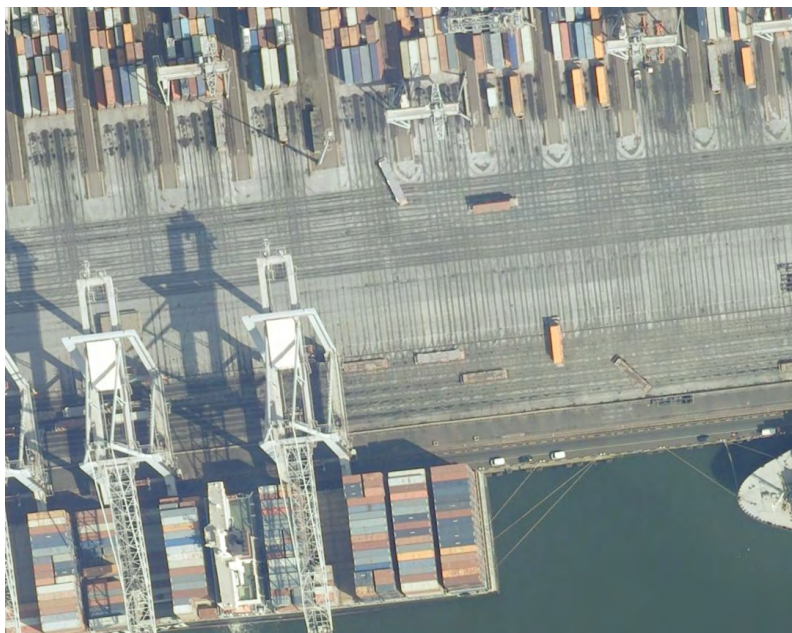


Figura 7.11: Sistema de transporte automático de contedores por terra (Porto de Róterdam)

Polo que respecta aos retos futuros no ámbito da automatización das terminais cabe citar os dous seguintes:

- Tomar directa e automaticamente os contedores do buque e colocalos sobre a plataforma dun camiión (ou outro medio) non é tarefa fácil xa que require unha precisión de centímetros. A dificultade radica en que para os sistemas é fácil rastrexar obxectos fixos con exactitude, pero é máis complicado seguir o rastro de obxectos en movemento.
- Como se comentou cando falamos dos guindastres portainer, non é tan só o guindastre a que se deforma coa carga, senón que o barco tamén sofre gran cantidade movementos. Ademais, é complicado determinar a posición exacta do camiión que debe recibir o contedor no peirao.

Actualmente, algúns fabricantes están traballando sobre sistemas que detectan o contedor cando o spreader atópase próximo, de forma que se guíen automaticamente ata atrapalo.



Figura 7.12: Terminal de contedores de Hamburgo

7.3. Novos deseños funcionais de infraestrutura

A necesidade de terminais máis produtivas e eficientes ante a inminente chegada ao mercado dun número considerable de buques da orde dos 18.000 TEUs e maiores, fai que se teñan que buscar novas fórmulas e invéstiguése como conseguir descargar un barco da forma máis rápida posible xa que os custos dun coloso de 18.000 TEUs en porto son elevadísimos.

Froito desta investigación, no Porto de Ámsterdam configuráronse varios peiraos tipo *Ship-in-a-slip* na terminal de Ceres Paragon de forma que se poida traballar no buque por ambos costados, podendo reducir a distancia entre plumas de guindastres consecutivos.



Figura 7.13: Ship-In-A-Slip.Terminal Ceres Paragon en Ámsterdam

AVALIACIÓN DA UNIDADE DIDÁCTICA

- Na avaliación da aprendizaxe dos conceptos teóricos traballados na unidade didáctica terase en conta a resposta correcta das cuestións tipo test e as cuestións curtas formuladas nas probas de avaliación da materia: probas curtas de control feitas durante o curso e exames parciais.
- Valorarase tamén a entrega por parte dos alumnos dos traballos adicionais propostos polo profesor como actividades formativas complementarias.
- Terase en conta a atención prestada durante as clases expositivas e o interese amosado pola materia a través dos resumos entregados despois de cada sesión.

ÍNDICE DE FIGURAS

- 2.1: Progresión comercio marítimo mundial de mercadorías
- 2.2 Progresión do comercio marítimo mundial de mercadorías contedorizadas
- 2.3 Comparación da progresión do comercio marítimo mundial de distintas tipoloxías de mercadorías
- 2.4 Esquema da estrutura de rutas Round-The-World (liña continua vermella) e Feeder (liña descontinua azul)
- 2.5 Principais rutas de transporte de contedores
- 2.6 Principais operadores portuarios de contedores

- 3.1 Tipoloxías de contedores (<http://www.agsworld.com>)
- 3.2 Contedor tipo tanque

- 4.1 Esquema xeral da Canle de Panamá
- 4.2 Canle de Panamá – Esclusas de Gatún (Atlántico)
- 4.3 Esquema do proxecto de ampliación da Canle de Panamá
- 4.4 Tendencia de crecemento de buques portacontedores
- 4.5 Buque tipo “Liner” (Triple E: 18.000 TEUs)
- 4.6 Buque tipo “Feeder” (OPDR Cartagena: 380 TEUs)
- 4.7 Canle de Suez e estreito de Malaca

- 5.1 Descarga de contedor mediante estrobos
- 5.2 Descarga de contedor mediante spreader
- 5.3 Spreader ríxido
- 5.4 Spreader telescópico
- 5.5 Spreader superior
- 5.6 Spreader frontal
- 5.7 Spreader lateral
- 5.8 Detalle de cantoneira (esquina) de contedor
- 5.9 Esquema de Twistlock e cantoneira onde se aloxa
- 5.10 Detalle de Twistlock (pasador xiratorio de ancoraxe)
- 5.11 Detalle de izado de contedor mediante Fork Lift
- 5.12 Carretilla elevadora (Fork Lift)
- 5.13 Imaxes de guindastres sobre carrís (Porto de A Coruña)
- 5.14 Exemplos de guindastre sobre neumáticos
- 5.15 Primeiro guindastre tipo portainer (*PACECO Inc*)
- 5.16 Exemplo de grúa Portainer
- 5.17 Esquema de guindastre portainer que opera en barcos de diferente manga

- 5.18 Sistema RTG de empilamento de contedores
- 5.19 Sistema RTG, recollida de contedor de plataforma
- 5.20 Sistema RMG de manipulación de contedores
- 5.21 Esquema dunha terminal de contedores co sistema RMG
- 5.22 Terminal equipada co sistema OBHC

- 5.23 Sistema OBHC na terminal do Porto de Singapur
- 5.24 Straddle Carriers
- 5.25 Esquema de funcionamento dun Reach-stacker
- 5.26 Exemplo de acceso a contedor en segunda liña
- 5.27 Carretilla elevadora (Fork-Lift)
- 5.28 Exemplos de Side Loader
- 5.29 Contedores almacenados paralelamente “á soga”
- 5.30 Plataforma + cabeza tractora para transporte interior na terminal

- 6.1 Subsistemas dunha terminal de contedores (Monfort 2001)
- 6.2 Exemplo de ábaco de cálculo da capacidade dunha terminal de contedores (United Nations 1985)
- 6.3 Táboa de cálculo de niveis de servizo en terminais

- 7.1 O sistema “double trolley” - ZPMC
- 7.2 Spreader Twin-Lift para contedores de 20 pés – Bromma
- 7.3 Sistema twin-lift de 40 pés – Porto de Dubai
- 7.4 Sistema twin-lift para contedores de 40 pés – ZPMC
- 7.5 Descarga simultánea de catro contedores de 20 pés. Porto de Quingdao
- 7.6 Guindastre para contedores de 40 pés triplo (ZPMC)
- 7.7 Guindastre para contedores de 40 pés triplo descargando sobre plataformas – Porto de Shenzhen
- 7.8 Sistema de carga/descarga automático en remolques
- 7.9 Vista aérea da terminal do Porto de Róterdam
- 7.10 Terminal de contedores do porto de Róterdam
- 7.11 Sistema de transporte automático de contedores por terra (Porto de Róterdam)
- 7.12 Terminal de contedores do Porto de Hamburgo
- 7.13 Ship-In-A-Slip. Terminal Ceres Paragon en Ámsterdam

ÍNDICE DE TÁBOAS

3.1: Táboa de asignación de valores numéricos ao alfabeto

BIBLIOGRAFÍA

- [1] BERENGUER, J. M. & DEL MORAL, R (1980): *Planificación y explotación de Puertos*, Madrid: Ed. MOPU (Dirección General de Puertos y Costas) y Centro de Estudios y Experimentación de Puertos y Costas "Ramón Iribarren".
- [2] CAMARERO, A. & GONZÁLEZ, N (2006): *Logística y transporte de contenedores*, Madrid: Ed. Fundación Agustín de Betancourt.
- [3] DESTÉFANO, R. (2006): *El día que cambió la historia del transporte*, Diario La Nación [30/05/06]
- [4] FERNANDEZ MUÑOZ (2008): *Explotación de Puertos*, Granada: Ed. ETS de Enxeñeiros de Camiños, Canles e Portos de Granada, Copicentro Granada S.L.
- [5] MARÍ, R., DE SOUZA, A. .J., MARTÍN, J., RODRIGO, J. (2005): *El transporte de contedores. Terminales, operatividad y casuística*, Barcelona: Ed. Universitat Politecnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politecnica.
- [6] MARTÍN, A. M. (2012): *The Capacity in Container Port terminals*, Ed. UNCTAD, United Nations Conference on Trade and Development. Port Development Department, Fundación Valenciaport.
- [7] MONFORT, A. et al (2001): *Terminales marítimas de contenedores. El desarrollo de la automatización*, Ed. Fundación Valenciaport.
- [8] MONFORT, A. et al (2011): *Manual de capacidad portuaria: aplicación a terminales de contenedores*: Ed. Fundación Valenciaport.
- [9] MONFORT, A. et al (2011): *La Terminal Portuaria de Contenedores como sistema nodal en la cadena logística (Planificación y Gestión Portuaria)* Ed. Fundación Valenciaport.
- [10] UNCTAD (1985): *Port development. A handbook for planners in developing countries*, New York: Ed. UNCTAD, United Nations Conference on Trade and Development.

Citas de recursos en internet

- [11] AGS World Transport
<http://www.agsworld.com/> [citado 15 set 2013]
- [12] Autoridade Portuaria Ferrol-San Cibrao
<http://www.apfsc.com/> [citado 15 set 2013]
- [13] Autoridade Portuaria de Marín e Ría de Pontevedra
<http://www.apmarin.com/> [citado 15 set 2013]
- [14] Autoridade Portuaria de Vigo
<http://www.apvigo.com/> [citado 15 set 2013]
- [15] BROMMA
<http://www.bromma.com/> [citado 15 set 2013]
- [16] Canal de Panamá
<http://www.micanaldepanama.com./> [citado 15 set 2013]
- [17] CHB – Container Handbook
[http://www.containerhandbuch.de./](http://www.containerhandbuch.de/) [citado 15 set 2013]
- [18] Fundación ValenciaPort
<http://www.fundacion.valenciaport.com/> [citado 15 set 2013]
- [19] IHS
<http://www.ihs.com/> [citado 15 set 2013]
- [20] MAERKS
<http://www.maersk.com/> [citado 15 set 2013]
- [21] OPDR
<http://www.opdr.com/en/> [citado 15 set 2013]
- [22] Port of Rotterdam
<http://www.portofrotterdam.com/> [citado 15 set 2013]
- [23] Porto de Vilagarcía
<http://www.portovilagarcia.es/> [citado 15 set 2013]
- [24] Puerto de A Coruña
<http://www.puertocoruña.com/> [citado 15 set 2013]

- [25] Terminales Marítimas de Vigo
<http://www.termavi.com/> [citado 15 set 2013]
- [26] The Geography of Transport Systems
<http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch3en/conc3en/containerships.html> [citado 15 set 2013]
- [27] Trailer Bridge, Inc.
<http://www.trailerbridge.com/> [citado 15 set 2013]
- [28] United Nations Conference on Trade and Development
<http://unctad.org/> [citado 15 set 2013]

Ensinanzas Técnicas

unidadesdidácticas

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA