



Facultat de Nàutica de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Diplomatura de navegación Marítima

Trabajo de final de carrera

*ATV AUTOMATIC TERMINAL VALENCIA,  
ESTUDIO DEL APORTE DE UNA TERMINAL DE  
ÚLTIMA GENERACIÓN*

Autor: Joan Francesc Sarro Soriano

Director: Dr. Jesús E. Martínez Marín

Noviembre 2011

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo de final de carrera fue realizado bajo la supervisión del Dr. Jesús E. Martínez Marín a quien me gustaría expresar mi agradecimiento, por guiarme a través del mejor trabajo de mi carrera como estudiante. Además, de agradecer su paciencia tiempo y dedicación.

Gracias a mis padres que siempre me han apoyado siempre para lo que les necesitaba y a mi hermano Pau que además me ha ayudado mucho a realizar este trabajo.

Gracias a mi pareja Gal.la por apoyarme como siempre tanto en el trabajo como en la vida misma.

Gracias a todas aquellas personas del Puerto de Valencia que me han ayudado a realizar este trabajo.

Gracias a todos aquellos que me han apoyado a realizar estos estudios y finalmente el trabajo de final de carrera.

# INDICE

1-Introducción.....	7
1.1-Antecedentes.....	7
1.2-Objetivo del estudio.....	9
1.3-El por qué de una inversión de esta envergadura.....	10
2-Proyecto de la ampliación del Puerto.....	15
2.1- Información general.....	15
2.2- Factores a tener en cuenta en una terminal de contenedores.....	17
3- Proyecto operativo de la terminal semiautomática .....	22
3.1- El sistema operativo en la nueva terminal.....	22
3.2-La comunicación interna.....	23
3.3-Sistemas de posicionamiento.....	30
3.4-La denominada información comunitaria.....	32
3.5- La recepción y la entrega de mercancías.....	33
3.6- Equipo de muelle.....	35
3.7- Equipo de patio.....	37
4-Beneficios económicos:.....	43
4.1-Aprovechamiento de recursos.....	45
4.2-Optimización de carga y descarga.....	46
4.3-Costes de energía por TEU.....	48
4.4-Comparación de la productividad de la mano de obra por TEU de una terminal semiautomática con una convencional.....	49
5-Factor medioambiental.....	50
5.1-Contaminación de la terminal.....	50
5.2-Medidas de la Autoridad Portuaria Valenciana.....	52
6-Conclusión.....	56
7-Bibliografía.....	61
8-Direcciones web.....	63

## Lista de imágenes:

-Principal línea marítima del Puerto de Valencia.....	7
-Mapa puertos “hub” mas importantes.....	12
-Dique de abrigo de la nueva aliación del Puerto de Valencia.....	15
-Plano de la nueva ampliación del Puerto de Valencia.....	16
-Representacion sistemas y subsistemas de carga y descarga.....	18
-Representación terminal con intercambio dividido en carga y descarga de mercancías.....	20
-Representación organización portuaria semiautomática.....	21
-Plano horizontal de terminal con vehículos AGV.....	22
-Fotografía aerea de la terminal Altenwerder del Puerto de Hamburgo, Alemania.....	34
-Fotografía guras de patio DRMG del puerto de Habmburgo y dibujo explicativo sobre su funcionamiento.....	41-42
-Representación puntos conflictivos en la optimización de la carga y descarga.....	46

**Lista de cuadros:**

-Gráfico sobre la evolución del tráfico en TEU's del Puerto de Valencia.....8

-Tabla sobre las previsiones de tráfico de “transbordo en el mediterraneo occidental” .....11

-Tabla sobre el tráfico de transbordo en puertos hub del mediterraneo occidental.....11

-Diagrama sobre los costes medios estimados para un buque de transbordo portacontenedores transoceanico en el puerto de Bahía Algeciras.....13

-Tabla de ventajas e inconvenientes de los sistemas de comunicación via RF.....25

-Características de la terminal Príncipe Felipe del Puerto de Valencia.....43

-Características de la terminal Tamesport Reino Unido.....46

-Diagrama y cuadro sobre el coste anual de operaciones en función del tipo de maquinaria.....49

## Lista de abreviaciones:

APV	Autoridad Portuaria de Valencia
ASC	Automated Stacking Cranes
AGV	Automated guided vehicles
BMU	Ministerio Federal de Medio Ambiente Deutsch
CATOS	Computer Automated Terminal Operation System
CITOS	Computed Integrated Terminal Operating System
CTA	Container Terminal Altenwerder
CTIS	Container Terminal Information System
DGPS	Differential Global Positioning System
DRMG	Double Mounted Gantry
DUA	Documento Único Administrativo
ECT	Europe Containers Terminals
GLONASS	Global Navigator Satellite System
GM	Grua muelle
GPS	Global positioning System
HADA	Herramienta Automática de Diagnostico Medioambiental
HHLA	Hamburger Hafen und Logistik AG
MACH	Marine Container Handling System
PCS	Sistema de Control de Procesos
RF	Radio Frecuencia
RMG	Rail Mounted Gantry
RTG	Rubber Tired Gantry
SGMA	Sistema de Gestión Medioambiental
SIC	Sistema de información Comunitaria
SMART	System for Marine Automation in Real Time
SPARC	Synconus Planing and Real Time Control System
TEU	Ywenty-foot Equivalent Unit
IFEU	Instituto de Energía y Medio Ambiente de Investigación de Heidelberg GmbH
TOS	Terminal Opeating System
UHF	Ultra high frequency
UNITRACK	

## 1-Introducción

### 1.1 –Antecedentes

El Puerto de Valencia está situado en un punto geoestratégico en el centro del Arco Mediterráneo Occidental, en la línea con el corredor marítimo este-oeste que atraviesa el Canal de Suez y el Estrecho de Gibraltar, posicionado como primera y última escala de las principales compañías marítimas de línea regular entre América, Cuenca Mediterránea y Lejano Oriente.

En la siguiente imagen se observa la principal línea marítima de este puerto, si bien cabe señalar que no es la única existente en el tráfico comercial actual.

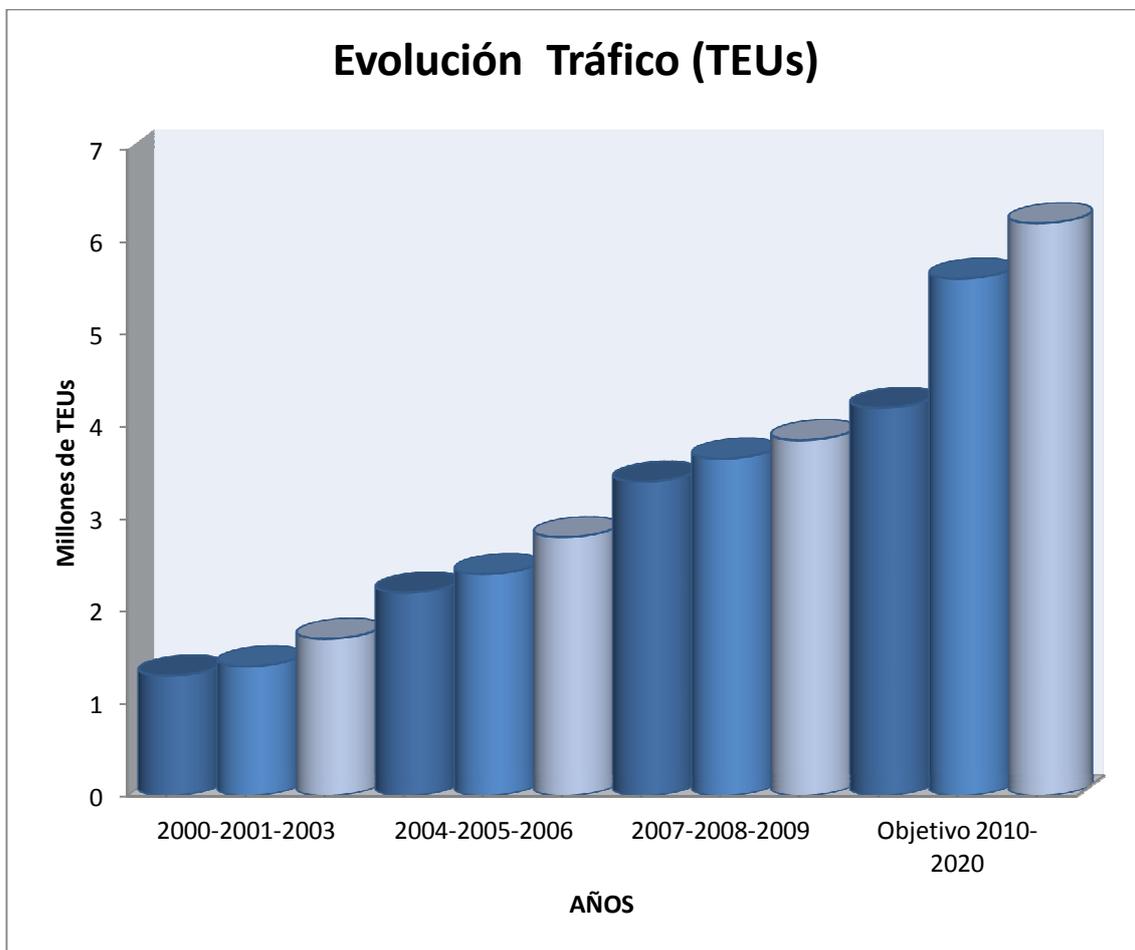


Imagen de una de las principales líneas marítimas.

El volumen del tráfico de contenedores en el ejercicio 2010 ha sido de 4,2 millones de TEUs, con un incremento respecto al año anterior del 15,14%, consolidándose como el primer puerto comercial de España y uno de los más importantes de Europa y del Mediterráneo.

Viendo la tabla de evolución sobre el tráfico de contenedores en los últimos años , encontramos un incremento medio de +15% de TEUS por año. Por ello la APV teniendo en cuenta las previsiones de demanda y la posibilidad de un futuro

colapsado, ha activado el Plan Estratégico 2002-2015 que consta de la ampliación del puerto de Sagunto y en especial el de Valencia.



## **1.2-Objetivo del estudio**

El objetivo del estudio, es analizar los beneficios que se podrían obtener al incorporar a la nueva ampliación del puerto de valencia, una Terminal de última generación. Las mejoras que se pueden conseguir al utilizar altas tecnologías, pueden abarcar muchos campos desde beneficios económicos, hasta medioambientales, de seguridad, etc.

El estudio que se ha realizado con este trabajo se basa fundamentalmente en la extrapolación de las mejores terminales del mundo, teniendo en cuenta factores tecnológicos, volumen de trabajo, costes económicos, y aspectos medioambientales de cada una, y la hipotética aportación de todas estas mejoras en la nueva terminal valenciana.

Se parte de la premisa de que no serán necesarias sucesivas ampliaciones a la actual si optimizamos los nuevos recursos con los avances tecnológicos que ya tenemos a nuestro alcance.

Lo cierto es que se ha llegado a poner en duda la necesidad real de la ampliación actual, ciertos sectores en la autoridad portuaria consideraron que la inversión sería menos cuantiosa y más eficiente si se dirigiese a la modernización directa de los recursos ya existentes en el propio puerto, y no a una nueva ampliación, dado que no se explotan dichos recursos al máximo de sus posibilidades. No obstante lo anterior, la decisión final fue de ampliar para mejorar el puerto de valencia y de esta realidad partimos para la realización del estudio.

### **1.3-El por qué de una inversión de esta envergadura**

El sistema portuario español está configurado en la actualidad por 28 Autoridades Portuarias que gestionan en régimen de avanzada autonomía 46 Puertos de interés General, y que se hallan sujetas a la coordinación, control y apoyo de Organismo Público Puertos del Estado, adscrito al Ministerio de Fomento.

En el año 2009 un total de 123.291 buques atracaron en sus muelles y se atendieron 27,48 millones de pasajeros y 473 de toneladas. Apenas existen casos de falta de capacidad de atraque para buques y de falta de superficie para el depósito de las mercancías, en cambio la evolución de los tráficos de transbordo para los puertos del Mediterráneo occidental ha sido muy importante en la última década, con crecimientos medios anuales en el entorno del 13,85%.

Dicho crecimiento se ha visto algo ralentizado en los últimos años debido a problemas de congestión en puertos importantes como el de Algeciras o Gio Tauro.

En este sentido, el principal vector de crecimiento en la región del mediterráneo occidental, ha sido el desarrollo del segmento de transbordo frente al de import/export.

Las ventajas que en el trasbordo se pueden encontrar fomentan unas condiciones favorables que no pasan desapercibidas para las compañías navieras, razón que fomenta su crecimiento haciendo que los puertos que se especializan en este comercio sean económicamente más atractivos.

Viendo la tabla que sigue y centrándonos en el Puerto objeto de estudio, se observa con claridad el escaso volumen que como puerto Hub se maneja en Valencia. No es en ningún caso comparable con los puertos de Algeciras o Gio Tauro, si bien si que es destacable que aunque tímidamente, se encuentra cierto aumento de esta actividad desde los 98.1 teus a los 808.3 en un periodo de apenas diez años.

**TRÁFICO DE "TRANSBORDO" EN PUERTOS HUB DEL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL**

	1997	2000	2004	2005	2006	$\Delta$ med anual	
						97-06	05-06
<b>Miles de TEUS</b>							
Algeciras	1.294,6	1.890,7	2.803,5	3.052,0	3.071,6	10,08%	0,64%
Valencia	98,1	207,1	609,6	702,9	808,3	26,41%	15,00%
Barcelona	202,2	295,0	573,7	704,3	765,0	15,93%	8,62%
Malaga			85,2	235,1	446,5	128,92%	89,92%
Las Palmas	32,0	186,1	637,8	645,0	835,0	43,68%	29,46%
Lisboa		13,5	100,0	92,0	117,0	43,32%	27,17%
Cagliari			488,6	615,0	695,0	31,98%	13,01%
Gioia Tauro	1.398,5	2.546,5	3.116,6	3.052,2	2.850,0	8,23%	-6,62%
Taranto			664,1	631,0	758,0	31,33%	20,13%
Marsaxlokk	607,8	966,4	1.315,2	1.188,0	1.325,0	9,05%	11,53%
<b>Total</b>	<b>3.633,2</b>	<b>6.105,3</b>	<b>10.394,3</b>	<b>10.917,5</b>	<b>11.671,4</b>	<b>13,85%</b>	<b>6,91%</b>

Las previsiones de la tabla siguiente todavía resaltan más lo expresado anteriormente, se trata de una muy buena opción para los puertos mediterráneos en general que además, centrándonos en el de Valencia por sus particularidades y zona estratégica podrían aprovecharse incluso más que en otros.

**PREVISIONES DE TRÁFICO DE "TRANSBORDO EN EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL"**

Miles de TEUs	2008	2009	2010	2015	2020	med. Anual	
						08-20	08-09
<b>Feeder</b>							
<b>Caso 1</b>	7.005,3	7.567,7	8.172,9	11.743,4	16.104,6	10,97%	8,03%
<b>Caso 2</b>	7.005,3	7.472,1	7.966,6	10.751,2	14.001,3	9,04%	6,66%
<b>Caso 3</b>	7.005,3	7.398,5	7.810,8	10.179,2	12.811,5	7,84%	5,61%
<b>Relay</b>							
<b>Caso 1</b>	6.957,5	7.601,0	8.276,2	12.618,4	18.261,0	12,82%	9,25%
<b>Caso 2</b>	6.831,9	7.407,4	8.010,7	12.028,4	17.094,3	12,15%	8,42%
<b>Caso 3</b>	6.662,9	7.146,5	7.652,9	11.044,4	15.706,6	11,31%	7,26%
<b>Total</b>							
<b>Transbordo</b>							
<b>Caso 1</b>	13.962,7	15.168,7	16.449,1	24.361,8	34.365,7	11,92%	8,64%
<b>Caso 2</b>	13.837,2	14.879,5	15.977,3	22.779,7	31.095,7	10,65%	7,53%
<b>Caso 3</b>	13.668,1	14.545,1	15.463,7	21.223,6	28.518,1	9,63%	6,42%

\* Caso 1: optimista  
 Caso 2: medio  
 Caso 3: pesimista

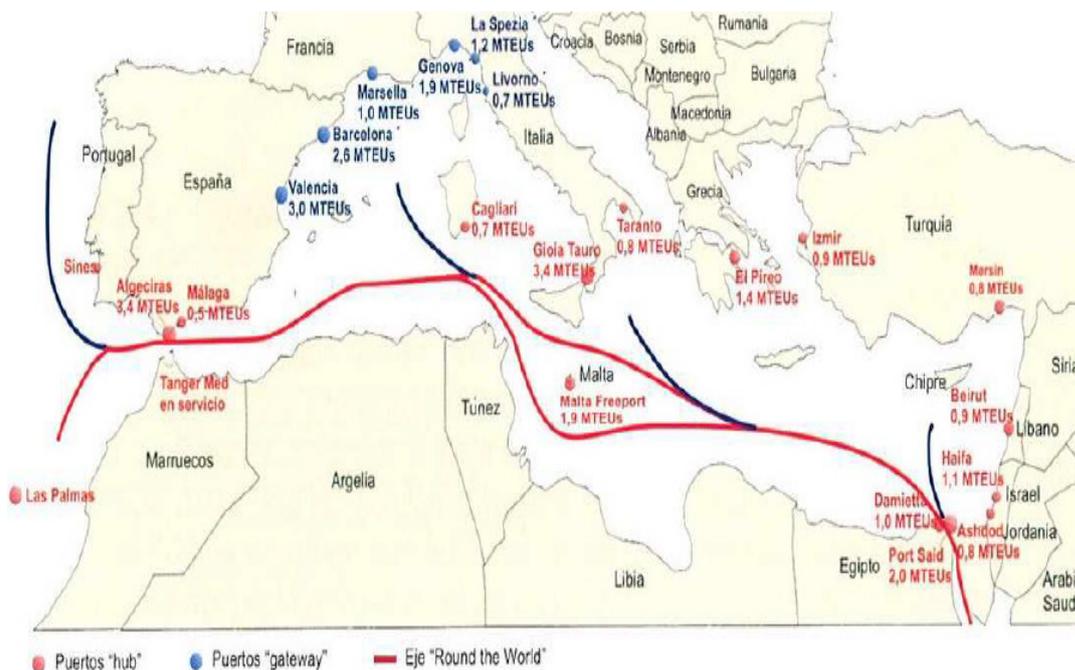
Una de las grandes rutas oriente occidente se concentra específicamente en esta zona, por lo que no sólo será necesario crear nuevas terminales hub sino incluso ampliar las hasta ahora existentes.

Desde una perspectiva general, se destaca que existen proyectos a nivel del Estado Español para Melilla, Algeciras, Málaga y Tánger.

Pero también se está invirtiendo en la materia en el ámbito internacional, en algunos países como Marruecos, con planes de futuro para crear puerto hub.

Túnez y Libia no se encuentran aún en estudio por las navieras se trata de una cuestión bastante problemática y algo polémica, pues, por una parte su situación geoestratégica las hace muy recomendables pues están concentradas en la exportación de combustibles fósiles, pero por otra para la creación de una terminal hub por una compañía se mira con detalle los factores como estabilidad política. No hemos de olvidar que en inversiones con esta envergadura los criterios de tipo político priman por parte de los gobiernos, no solo a nivel estatal sino sobre todo internacional.

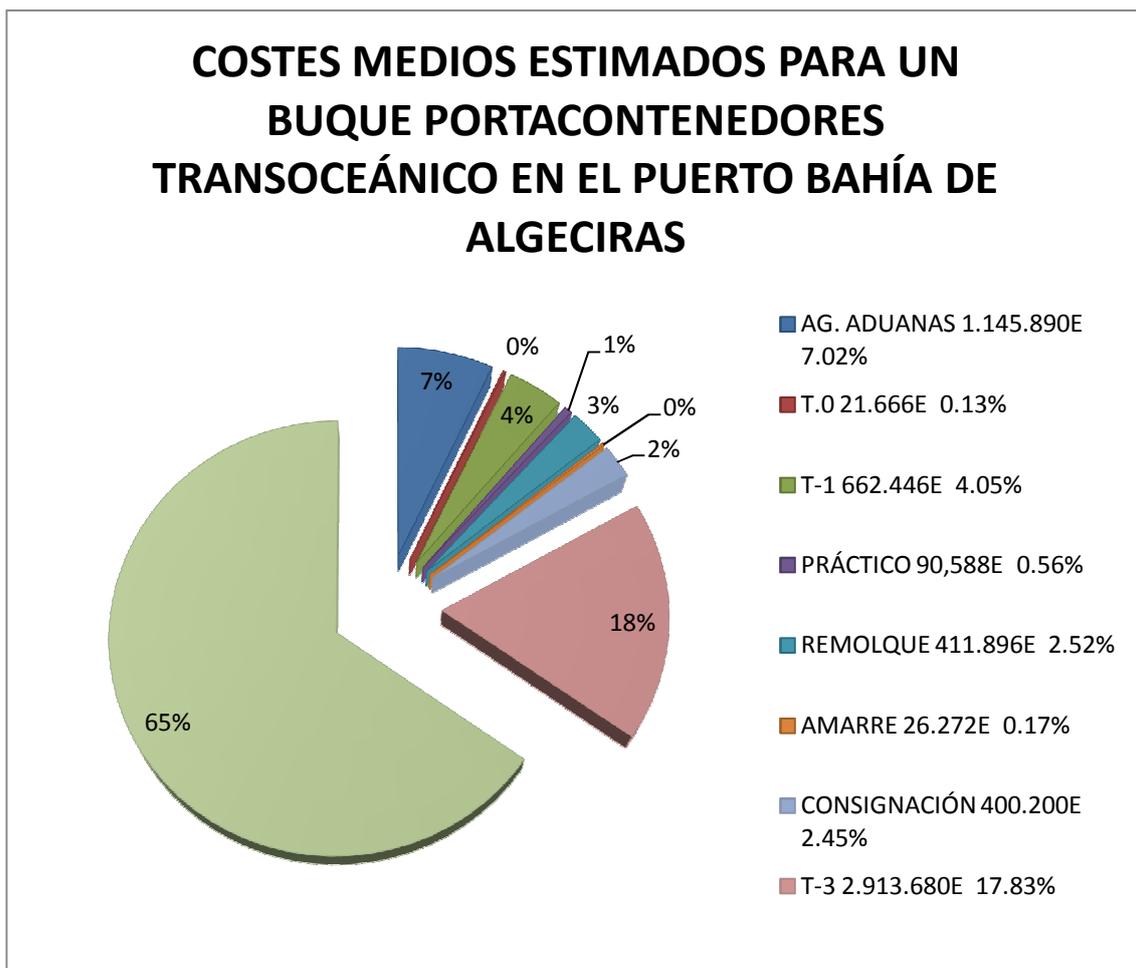
La contención del fundamentalismo islámico, el control del posible expansionismo terrorista, son algunas de las causas que restringen las posibilidades de un desarrollo de los puertos en estos países. El apoyo a EE.UU y los acuerdos preferentes con la Unión Europea, entre otros, que los hacen menos atractivos por dichas consideraciones políticas.



Como se observa en el mapa anterior Valencia no tiene consideración actual de puerto hub dado el poco volumen de trabajo que en él se maneja sobre esta materia, a pesar de encontrarse muy bien posicionado. Si se configura en cambio, como ya hemos indicado como uno de los que generan mayor volumen de Teus.

El puerto de Valencia se ve en parte beneficiado por todo lo anteriormente comentado, pero no obstante, no puede considerarse como suficiente, y a las razones de corte político se han de añadir las de eficiencia económica, tiene que ser lo más competitivo posible para que las compañías navieras pueden utilizarlo como puerto hub .

Para lo anterior, será necesario crear una logística que haga más rentable el gasto de TEU en la estiba y en general un ambiente muy competitivo y que aporte confianza a las navieras.



G.T.: 43.332

TEUs CARGADOS :497

TEUs DESCARGADOS :473

Centrando el tema de competitividad y eficiencia, el coste generado para cada buque portacontenedores será esencial a la hora de atraer un mayor volumen de trabajo, encontramos en la representación anterior un ejemplo concreto del puerto de Algeciras, donde el 65% del coste total se genera con la estiba, operaciones de carga y descarga.

Esta es una de las principales razones por las que las terminales más importantes del planeta (ya sea por estar situadas en un punto estratégico como Algeciras o Rotterdam, o estar ubicadas en un país que exporta grandes cantidades, como por ejemplo Hong Kong), están invirtiendo terminales semiautomáticas.

Este tipo de terminales aún no han demostrado una gran rapidez de carga y descarga en comparativa con las que son operadas por operarios de tierra, pero en cambio si han demostrado:

- Una mayor rentabilidad económica por TEU en el movimiento de estiba de los mismos

- Una mayor informatización de las terminales que permite al cliente saber en cualquier momento donde está su mercancía

- Altos estándares de seguridad tanto material como personal.

- Una protección y un mayor respeto hacia el medio ambiente.

## 2-Proyecto de la ampliación del puerto

### 2.1- Información general.

El nuevo proyecto de ampliación del Puerto de Valencia describe la expansión entramar de 153 hectáreas de dique seco y unos 2100 metros lineales de atraque .La ampliación constará de dos fases, la primera que se realiza sobre el Espigón Norte que linda con la playa Malvarrosa, es la que plantea un mayor reto, ya que el dique que se deberá construir se introducirá mar adentro 1350 metros.

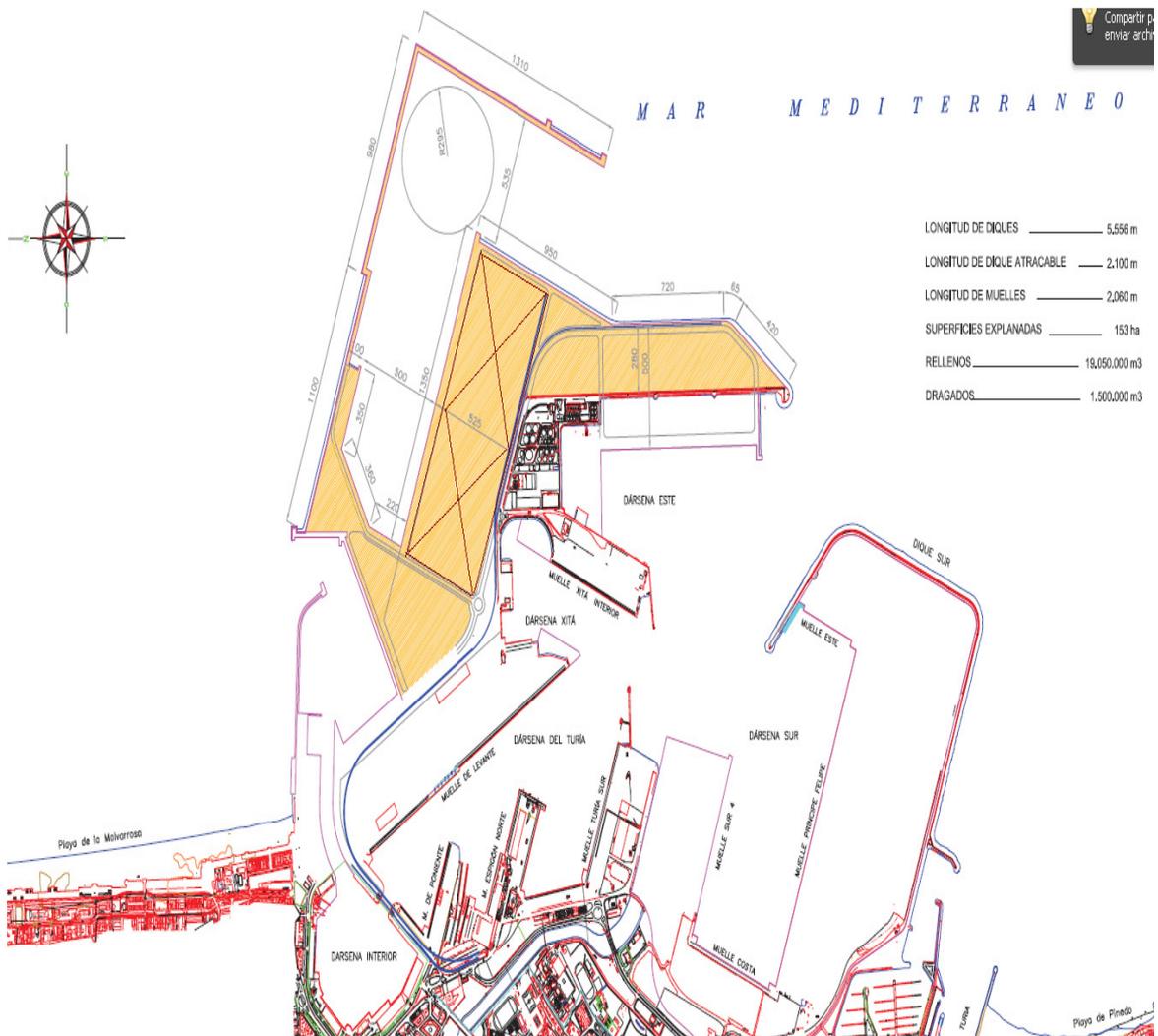
En esta primera fase de la ampliación, se están construyendo un dique de abrigo de 3.385 metros de longitud, un contradique de 1.100 metros y una explanada de acopios e instalaciones auxiliares de 14 hectáreas.



Dique de abrigo de la nueva ampliación

La segunda fase que se llevara a cabo será la de relleno de las zonas donde irán las terminales, tanto la de contenedores y la de cruceros y posteriormente la preparación e instalación de todos los equipos para la explotación de la misma.

Con esta terminal se alcanzara la ocupación de 1.480.000 metros cuadrados, Por lo que se alcanzaría una superficie de 301 hectáreas para poder encauzar las expectativas de aumento de tráfico de contenedores.



Plano de la ampliación del Puerto de Valencia

## **2.2-Factores a tener en cuenta en una terminal de contenedores.**

Una terminal portuaria es un intercambiador modal que suele disponer de cierto nivel de almacenamiento en tierra para coordinar los diferentes ritmos de llegadas de los medios de transporte terrestre y marítimo. La misión principal de la terminal de contenedores es proporcionar los medios y la organización necesaria para que el intercambio del contenedor entre los medios de transporte terrestre y marítimo tenga lugar en las mejores condiciones de rapidez, eficiencia, seguridad, respeto del medio ambiente y economía.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede definir una terminal como un sistema de intercambio modal con unos subsistemas de intercambio físico dentro de la misma.

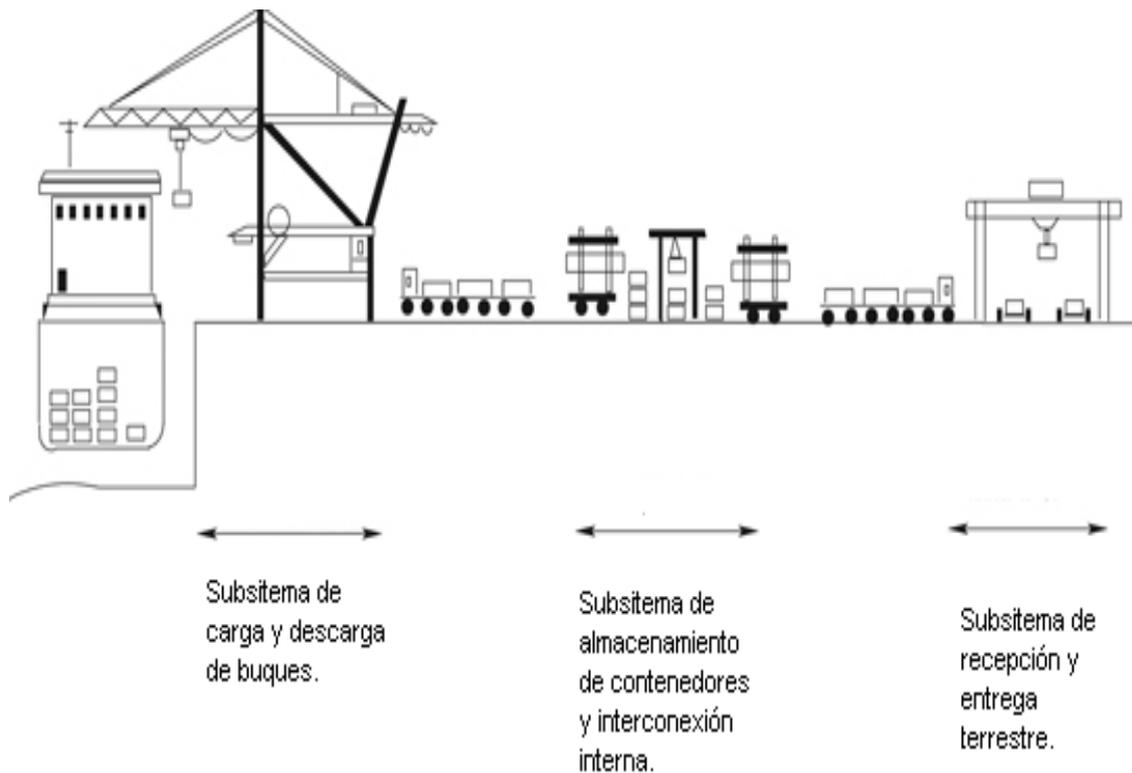
Los subsistemas que encontramos son:

-Subsistema de carga y descarga de buques.

-Subsistema de almacenamiento de contenedores, este ocupa la mayor parte de la superficie de la terminal, cuya disposición y extensión va más ligada a los medios de manipulación que al tráfico.

-Subsistema de recepción y entrega terrestre, que lo integran las puertas terrestres para camiones o ferrocarriles.

-Subsistemas de interconexión interna. A los tres subsistemas anteriores, que responden a las funciones básicas de la terminal, hay que añadir un cuarto subsistema, que es el que asegura el transporte horizontal de los contenedores entre los anteriores.



Para crear una terminal de contenedores semiautomática que logísticamente sea más eficiente que cualquier otra convencional, hay que tener unos indicadores básicos de rendimiento que son:

- Productividad de atraque: rapidez con que se descarga y se vuelve a cargar un barco.
- Productividad de grúas móviles.
- Números de contenedores manejados por zona o Hectárea.
- Coste de energía por TEU.
- Productividad de mano de obra, número de contenedores manejados por hombre-año.

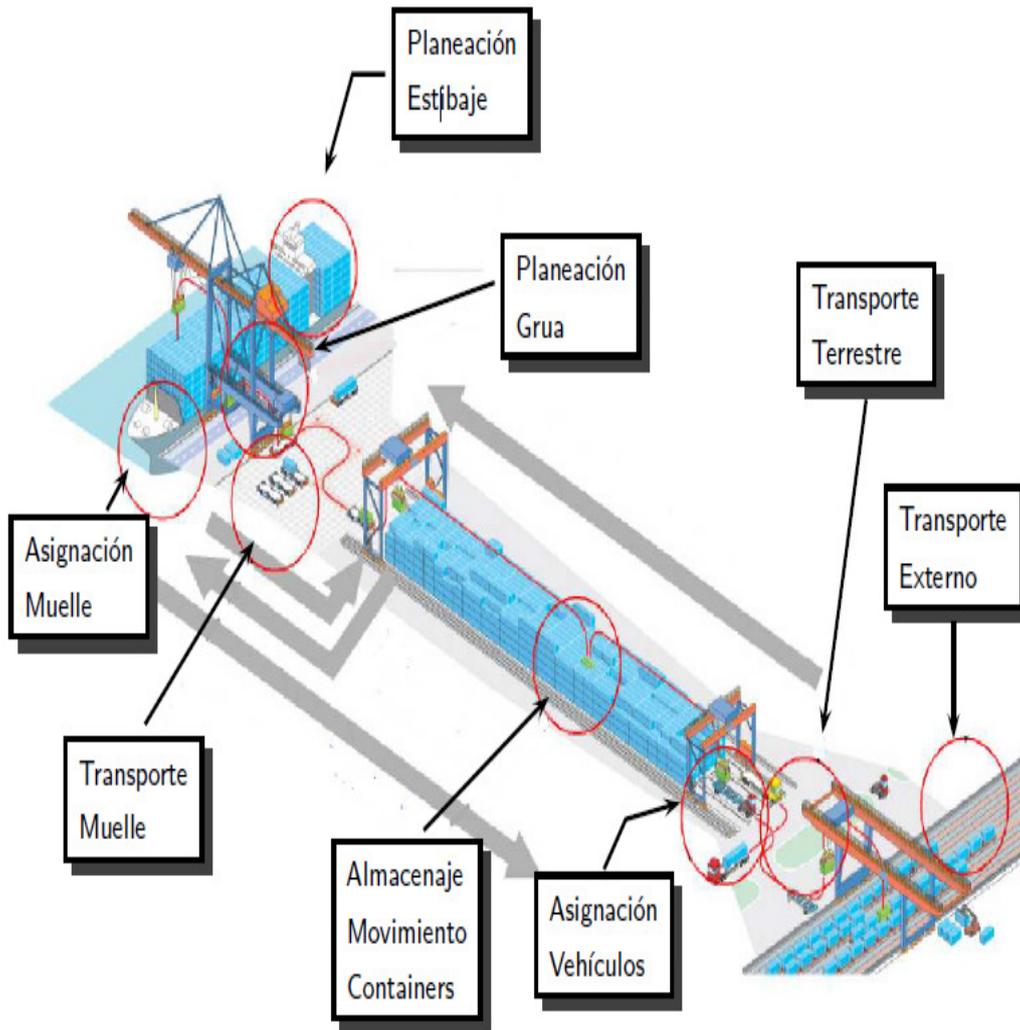
Para cumplir todos estos indicadores se han de satisfacer varios requisitos técnicos que son:

- Diseño de los equipos pensados para un entorno muy duro, para funcionamiento fiable con mantenimiento mínimo.
- Manejo de grandes y flexibles estructuras de grúas.
- Funcionamiento automático, rápido y preciso.
- Manejo de las condiciones del terreno y de los carriles adecuados para definir conceptos eficientes de ingeniera civil.
- Flexibilidad, trabajo con varios contenedores y varios tipos de vehículos.
- Seguridad de las interconexiones con los equipos manejaos por el personal.

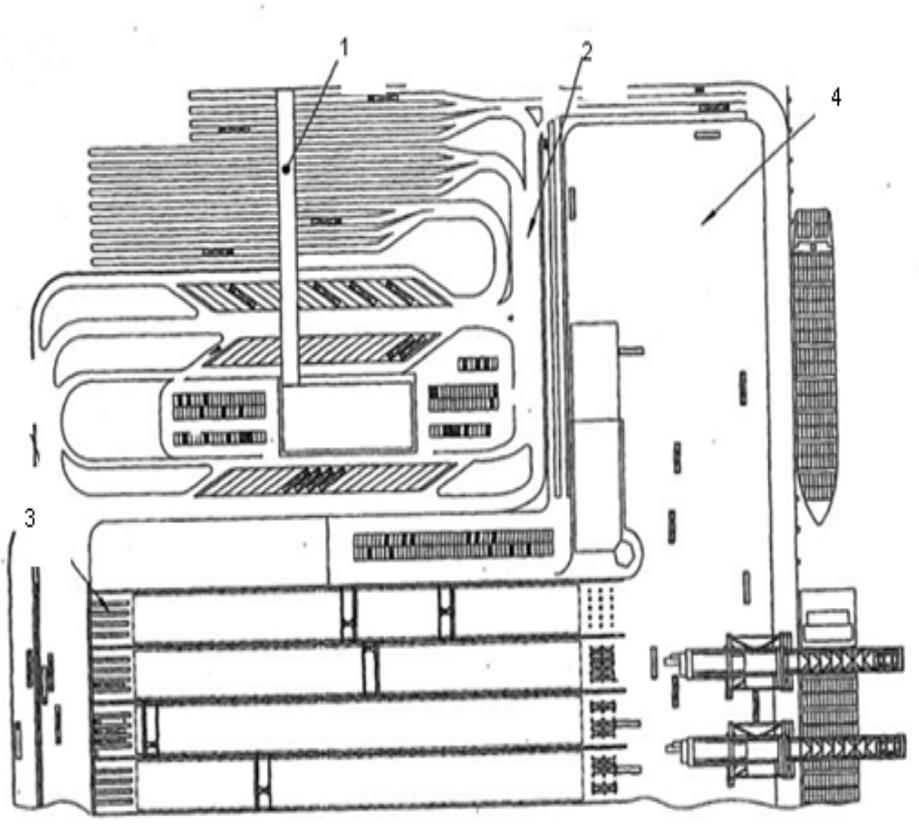
En una terminal semiautomática nos encontramos vehículos automáticos moviéndose por un lado y operarios por otro.

El problema se encuentra con los transportistas de mercancías externos que traen la carga desde fuera del puerto o la recogen para llevarla a su destino, estos conductores en principio no conocen el complejo funcionamiento de este tipo de automatización. Por ello en este tipo de terminales se ha dividido las zonas.

Se separan las zonas de recepción de las mercancías terrestres con el patio o almacén de contenedores.



En la imagen anterior vemos exactamente como es este intercambio, en una Terminal que no comparte el patio de la Terminal con la entrega de la mercancía a los transportistas externos al puerto.



La imagen anterior es otro ejemplo de organización portuaria semiautomática, pasamos a explicar cada zona:

1-Entrada Terminal; aquí se identifica la mercancía que lleva el transportista y le indica el sitio donde debe ir.

2-Via de acceso a la zona de entrega de la mercancía.

3-Zona de entrega; aquí una máquina de manipulación de patio recoge el contenedor y lo deposita en la zona de apilamiento que corresponda.

4-Zona de carga y descarga de buques; en esta zona la máquina apiladora a descargado el contenedor sobre la plataforma móvil y esta se ha dirigido al muelle, donde debajo de una grúa, esta cojera el contenedor y lo estibará en el buque.

### 3- Proyecto operativo de la terminal semiautomática.

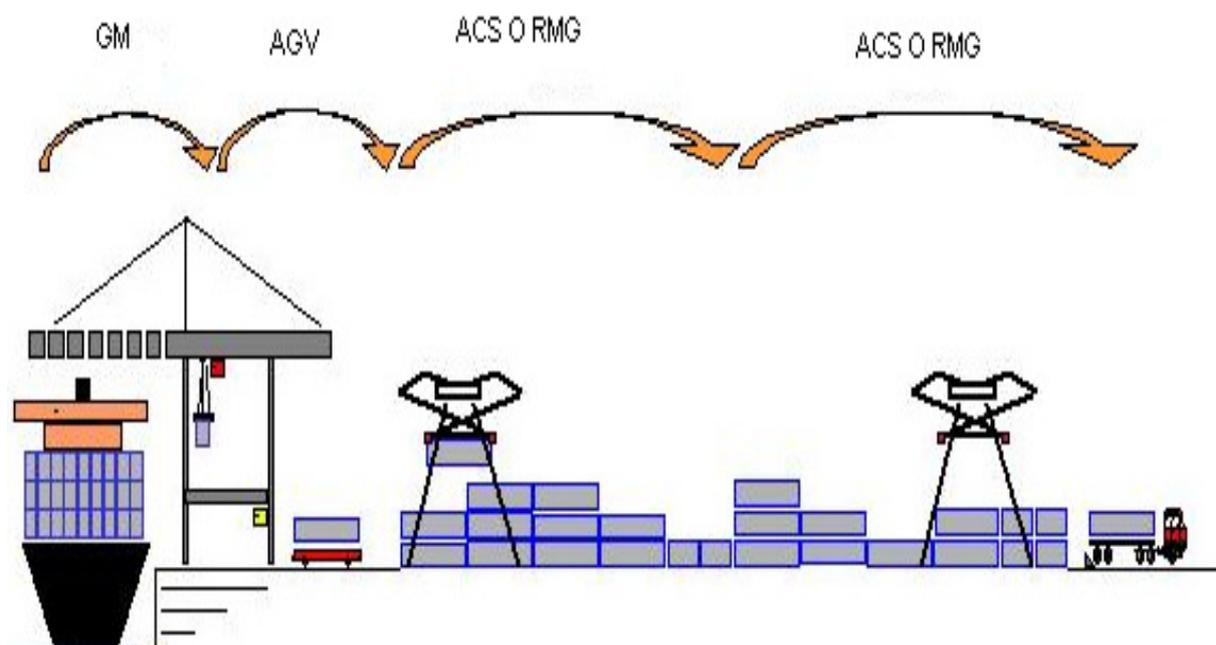
#### 3.1-El sistema operativo en la nueva terminal.

Dado que en este tipo de terminales semiautomáticas, es importante diseñar de forma adecuada la gestión de los movimientos de los vehículos va ser necesario definir los circuitos que van a seguir, tanto en el caso de carga como en el de descarga y, además de un sistema de gestión que incorpore un sistema de optimización máximo de forma que la circulación de los vehículos no suponga un cuello de botella a la operativa marítima.

Podemos dividir en tres, este sistema operativo de circulación para los vehículos que son:

- Entre patio y zona del buque.
- Entre patio y zona de recepción agentes transportistas externos (camiones).
- Entre patio y zona de recepción vía ferrocarril.

Entre estas tres zonas destacan las 2 últimas, la operatividad entre estas no tiene que entorpecerse , por ello la mejor logística es aquella que divide las zonas de trabajo de los vehículos intermodales, pero estando conectado entre ellos mediante los RMG o ASC.



### 3.2- La comunicación interna.

En la terminal se debe transmitir información de manera continua, sobre todo relativa a la identificación de cada uno de los elementos, las ordenes de trabajo y la posición.

Respecto al primero de los elementos, es necesaria una perfecta identificación de los contenedores, fundamental tanto para mantener informado al dueño de las mercancías como para suministrar datos a las bases de la terminal, acerca de las veces que ha pasado el contenedor, su frecuencia, cargas transportadas, duración y contenido, etc.

Las órdenes de trabajo son esenciales para el emplazamiento correcto de cada uno de los contenedores, así como para la posible resolución sobre la marcha de problemas que puedan surgir.

Además de todo lo anterior, se precisa en último lugar para saber que máquina conviene mandar la posición del contenedor, que además permita trazar los planes de estiba y desestiba.

El soporte físico mediante el que se lleva a cabo toda esta transmisión de información suele ser **la radiofrecuencia (RF)**, es decir, mediante ondas electromagnéticas. Pese a que en este trabajo tratamos de aplicar las últimas y más eficientes tecnologías, no hemos de olvidar que en determinadas circunstancias, por su ya eficiente funcionamiento, puede seguir utilizándose el sistema tradicional, este es el caso de las radio-emisoras. Dada la necesaria simultaneidad de las órdenes, transacciones y decisiones, es el instrumento perfecto de utilización mundial.

En lo que sí hemos de fijarnos, es si en nuestra nueva terminal pondríamos un sistema de banda ancha o de banda estrecha.

En principio los sistemas comerciales de transmisión de datos de UHF (Ultra HIGH Frequency) que se conocen por el nombre de banda estrecha debido a la anchura de frecuencias del canal de radio que utilizan, se regulan en España por la Dirección General de Telecomunicaciones, y se necesita una licencia de comunicación para el usuario. Esta técnica tiene la ventaja de ofrecer una gran alcance, entre 1.5 y 1.7km con un solo emisor, principal diferencia de los sistemas de banda ancha.

Estos últimos en cambio, aparte de que su uso no requiere autorización administrativa, se puede realizar una amplia transmisión de datos, muy superior a la del sistema de banda estrecha.

En Europa se utiliza mas la Banda ancha en almacenes y entornos industriales, siendo la estrecha la tradicionalmente empleada por los operarios de las terminales.

Como criterios más destacados para la elección de uno u otro sistema encontramos los siguientes:

-Interoperabilidad entre distintos fabricantes e incluso entre diferentes sistemas de un mismo fabricante

-Escalabilidad, capacidad para adecuarse a nuevas solicitudes

-Tasa de transferencia de datos

-Cobertura, será necesario realizar un estudio en cada zona

-Cumplimiento de la norma IEEE 802.11

Parque instalado de las distintas tecnologías

-Implantación del proveedor

-Compatibilidad Hardware de transmisión con los distintos Software de gestión

-Novedades que anuncia cada proveedor.

En el mundo portuario el uso de la RF con banda estrecha está justificado para la recolección y manipulación de datos en tiempo real, y dado que la información a transmitir es escasa, no será necesario acudir a una mayor capacidad.

Por el razonamiento anterior, y por el hecho de que los AGV utilizan esta radiofrecuencia, en nuestra nueva terminal sería la más conveniente, si bien deberán tenerse en cuenta el resto de factores mencionados.

Ventajas e inconvenientes de los sistemas de RF		
	Banda estrecha	Banda ancha
Tiempo de respuesta	Lento	Rápido
Tasa de transferencia de datos	Baja	Alta
Cobertura	Alta	Baja
Antenas para cubrir una misma superficie (aprox 300.000 m2)	Pocas (4)	Mas (8)
Operatividad	Rígida	Flexible
Licencia administrativa	Si	No
Restricciones de uso en Europa	No	En la actualidad prácticamente ninguna

Además de la necesidad de comunicación con radiofrecuencia, también es absolutamente necesario recurrir a medios informáticos. Se necesita un programa que se encarga de que exista una rápida y segura gestión de los contenedores, este tipo de aplicación se denomina **TOS (Terminal Operating System)**.

Los TOS tiene una estructura en tres niveles:

1-El nivel correspondiente al tráfico de contenedores, que cuenta con una base de datos con la información siguiente:

- identificación de cada contenedor (matricula) y su peso
- cargador, naviera, barco y destinatario, para contenedores desembarcados
- transportista terrestre (camión o tren), naviera barco y ruta, para contenedores a embarcar.
- información relativa a la peligrosidad de su contenido, e incluso el detalle del mismo o información aduanera
- la posición del contenedor en tiempo real

-los movimientos que experimenta el contenedor durante su estancia en la terminal, relacionados con la optimización, los posicionados para inspección, etc.

Este nivel es capaz de recibir o enviar información automáticamente (vía EDI) o manualmente, como en el caso de información que se pueda recoger en las puertas de la terminal. Asimismo, este nivel es el que se encarga de la actividad contable (emisión de facturas, control de cobros, etc.), la gestión del personal y el mantenimiento.

2-El segundo nivel es el correspondiente a la planificación de las operaciones a realizar, que puede abordar:

-la planificación de las operaciones en el patio, de cara a una optimización de los movimientos y la reducción de estancias de los buques o de los camiones en la terminal,

-el plan de estiba, que conlleva la optimización de movimientos en la descarga o en la carga, que lleva consigo además un modulo que permite un correcto reparto de los pesos a disponer a bordo. Una vez confeccionados este nivel, envía el plan de estiba a la naviera para que este de su conformidad,

-un plan similar para la carga de ferrocarril, cuestión de importancia menor salvo que exista una relevante presencia de este medio de transporte y se prevean operaciones simultaneas frecuentes de trenes.

3-El tercer nivel es el más importante para este tipo de terminales, trata sobre el posicionamiento, seguimiento control, e instrucciones que se envían al equipo del patio para que ellas automáticamente hagan su trabajo.

Este nivel por lo tanto recibe constantemente información, y a su vez la envía acerca de la ubicación a alcanzar por el contenedor o el equipo.

Como características esenciales del TOS podemos citar las siguientes:

-Normalmente el motor de la base de datos es un programa comercial no específico de alta calidad que se comunica con el resto del sistema mediante un lenguaje de comandos.

-Integración de sistemas de intercambio de datos de tipo electrónico, tanto para su recepción como para su envío

-Generalmente los programas disponen de interfaces gráficas en entornos amigables que facilitan la información que se transmite a los operadores, y reducen los errores en la entrada de manual de datos.

-Integración de la información que se adquiere en la puerta en el TOS, sobre todo en el caso de existir sistemas de información anticipada como lectores automáticos de matrícula, contenedor, obtención y validación de aquellos, etc. En nuestro caso es evidente que se incorporarían en la medida de lo posible en la propia terminal todos los avances tecnológicos en esta materia.

-El TOS debe tener soporte de comunicaciones variadas: telefonía, internet, GPS, GSM, redes propia, integradas, etc.

-Debe integrar también algoritmos de optimización de movimientos, que reduzcan globalmente estancias de clientes, recorridos de medios, daños en contenedores, desgastes de equipos...

-La plataforma informática sobre la que se ejecutan es muy variada, siendo frecuente que en un mismo programa tengan versiones que funcionen bajo varios entornos: UNIX, IBM-AS/400, SUN-solaris...

-El sistema debe permitir cambios en la topografía de la distribución física de la terminal.

-También debe ser contemplada la integración de la gestión de contenedores refrigerados o con mercancías peligrosas, en el patio o a bordo, así como sobrecargas que pueda producir apilado en los apoyos, para los casos de altos grados de apilados.

-Por último, el sistema debe emitir alarmas y realiza informes y estadísticas de la actividad.

Las aplicaciones más extendidas del TOS que encontramos en el mercado y entre las que podíamos elegir para la nueva terminal del Puerto de Valencia son:

-BEATUXEDO que es le utilizado por Hong Kong

-CATOS (Computer Automated Terminal Operation Sistem) que ha sido utilizado en puertos asiáticos, coreanos y japoneses sobre todo.

-CITOS Computed Integrated Terminal Operating System) desarrollado y comercializado por el puerto de Singapur.

-CTCS es el sistema de gestión integrado de COSMOS (Computer Software, Management, operation and Services, del Grupo Hessianatie en Amberes) utilizado en puertos de Marsella y Le Harve en Francia, Rotterdam de Holanda, Brujas en Bélgica, Giagio tauro en Italia o TCV en el mismo puerto de Valencia.

-CTIS Container Terminal INformation System desarrollado y utilizado en Hamburgo.

-MACH Marine Container Handling System desarrollado por el gobierno de la india, con implantación en Asia.

-SMART System form Marine Automation in Real Time, utilizada en terminales del grupo Maher Terminals.

-SPARCS Synchronus Planing and Real TIME Control Sistem con una larga lista de puertos americanos donde se utiliza.

-UNITRAK-P desarrollado en Reino Unido y que cuenta con puertos sobre todo en Australia.

Otra aplicación que está coordinada al 100% con TOS, se denomina **PCS (Sistema de Control de Procesos)**.

El PCS da a los vehículos una orden de viaje de ida y vuelta entre los lugares de manipulación a través de una ruta especificada. El AGV verifica su posición cada ciertos segundos, con su respectiva dirección y ajusta la velocidad en caso de que sea necesario. Esto se hace por medio de un sistema de navegación que llevan a bordo. El sistema hace uso de una red de referencia y de los respondedores en la superficie de la carretera (cada dos metros) de la zona del AGV.

Los AGV fueron diseñados para ser capaces de alimentarse a sí mismos continuamente con la información correcta acerca de su posición, dirección y velocidad con ayuda del PCS.

El vehículo cuenta el número de rotaciones de la rueda y notifica al PCS de su posición, el PCS central determina las rutas de los diferentes AGV y como tal determina que vehículo tiene prioridad de paso.

Como medida de seguridad adicional, estos vehículos van equipados con sensores para evitar colisiones en circunstancias imprevistas. Además, de que envían información constante de los niveles de temperatura del motor, aceite y combustible.

El PCS es el que afirma un área dentro de la red de referencia para cada vehículo.

Durante todo el proceso operativo de la terminal convencional nos encontramos con una forma de trabajar tradicional al realizar las transacciones mediante papel. Como ejemplo, se estima que para una exportación el coste de la confección manual de documentos necesarios debido a los errores que se producen, la redundancia de datos y la tramitación manual de los mismos, puede llegar a suponer hasta un 10% del coste final de la mercancía

Por ello una terminal de última generación no puede faltar un sistema EDI (Electronic Data Interchange).

### 3.3-Sistemas de posicionamiento

Es también necesaria la automatización de la obtención de las coordenadas tanto de los contenedores como de los medios de manipulación. Conseguir estos datos por intervención humana es inconcebible en la época actual, conllevaría un elevadísimo nivel de error tanto a nivel de la obtención misma como de la transcripción.

La obtención automática de las posiciones se presenta como un elemento esencial para el tipo de automatización pretendida en la nueva terminal del Puerto de Valencia, y deberá aplicarse, no solo en los factores tradicionales mencionados, como contenedores, sino en todos los mecanismos y elementos objeto de automatización.

En principio hemos de tratar tanto el sistema GPS como el DGPS si bien será este último el que parece en principio más práctico para la ampliación.

Empezando por el sistema GPS (Global positioning System) indicar que en principio tiene un origen de tipo militar, aunque se encuentra licenciado para el uso civil, es dependiente del departamento de defensa de los Estados Unidos, y se basa en la utilización de una pléyade de 21 satélites activos de tipo NAVSTAR mas otros tres satélites lanzados de repuesto, en espera de actuar en caso de avería de los anteriores.

Su funcionamiento puede resumirse de manera bastante simple. Si desde un punto en tierra se puede medir el tiempo que ha tardado la señal radiada por un satélite cuya posición se conoce, se sabrá que el punto se encuentra en una esfera de radio igual a l tiempo empleado multiplicado por la velocidad de propagación de la onda. Contando con la información de más de un satélite pueda trazarse la intersección de ambas esferas i concretarse más la posición. Si el propósito fuese conocer las tres coordenadas de nuestra posición, longitud, latitud y altura, serian tres los satélites necesarios.

Los sistemas más simples pueden recibir información de cuatro satélites realizando el receptor la selección de los más apropiados según su situación. Para disminuir el error se requiere un sistema más complicado, que reciba más información de más canales.

También puede mejorarse considerablemente el posicionamiento y disminuir el margen de error mediante la conocida DGPS (Differential Global Positioning System).

Básicamente se aprovecha la constatación de que los niveles de error que se producen en un momento dado son, en gran medida, una característica geográfica, esto quiere decir que unos puntos próximos a otros tienen un error de posicionamiento semejante en el mismo instante. Por lo tanto, si se sitúa una estación receptora de alta calidad de GPS, fija en tierra, cuyas coordenadas se conocen con exactitud, de la comparación de estas y las que obtienen en el propio aparato de GPS posicionado se puede saber el error de longitud, latitud, y altura de esa zona en esos instantes.

Hemos de hacer constar que también existen otros lanzamientos de satélites de tecnología similar, como el sistema GLONASS (Global NavigatorSatellite System) de origen ruso, aunque no pueden ser considerados aun como alternativas competitivas por las limitaciones de disponibilidad que en ellos encontramos.

### 3.4-La denominada información comunitaria

Hemos de tener en cuenta que para lograr la armonización entre la comunicación portuaria de información requerida para que la automatización funcione correctamente se necesita un gran esfuerzo organizativo del propio puerto, que se gestione por personas con amplio conocimiento sobre la materia.

Los denominados sistemas de información comunitaria de las Autoridades portuarias han conseguido en determinados casos dicha organización, con plataformas de software de carácter abierto a todos los miembros y agentes de la comunidad portuaria, tanto públicos como privados, Se trata de un flujo de información segura entre todos estos agentes que cambia de formato según los soportes y restringe ciertas aéreas según los agentes a que se dirijan.

Seria bastante difícil pretender la automatización de la nueva terminal sin contar con una informatización de esta índole. El Puerto de Valencia fue pionero en esta materia a través de "Infoport".

Las funcionalidades del SIC de Valencia pueden resumirse en las siguientes:

- Respecto a la exportación: Reserva de carga, asignación de escala, Aviso de transporte, orden de transporte, entréguese, admítase, datos de transporte, confirmación de entrega, confirmación de admisión, datos para la nota de embarque, nota de embarque, conocimiento de embarque, manifiesto de carga, respuesta de manifiesto, datos del despacho, DUA, respuesta al DUA, relación del DUA con la reserva, lista de carga parcial, lista de carga del buque.
- Respecto a la importación: Declaración sumaria de descarga, respuesta a la declaración sumaria de descarga , lista de descarga parcial, confirmación de la descarga, captura de conocimiento de embarque, datos de conocimiento de embarque, datos económicos del conocimiento, datos para el despacho, DUA, respuesta al DUA, relación DUA partidas, aviso de transporte, orden de transporte, entréguese, admítase, datos de transporte, confirmación de entrega, confirmación de admisión, resguardo de aduanas.

### 3.5- La recepción y entrega de mercancía

Este subsistema se encarga del interfaz terrestre, donde tienen mayor importancia dos tipos de transportes que se diferencian por circular por distintos tipos de vía que son:

Vía carretera

Vía ferrocarril

El primer método de intercambio de mercancías (vía carretera) es el que más tráfico genera de toda la terminal, donde se efectúa este intercambio de mercancías se denomina puerta, la función de la puerta es controlar y regular el tráfico de contenedores entre el hinterland y la terminal. Para no generar enormes colas de tráfico y evitar saturar la terminal, hoy en día se han desarrollado potentes aplicaciones informáticas en las que se avisan a los transportistas ya sean de recepción o entrega por vía de telecomunicaciones públicas. Ya no es tan importante el crear una puerta de entrada de considerables dimensiones, sino crear una gestión y logística de entrada y salida de mercancías lo más eficaz posible.

En la siguiente imagen vemos como se separa la zona de los vehículos AGV (área con bordes azules) y los vehículos que entran al puerto para la recepción y entrega de mercancías (área con bordes grises), la imagen podría representar la futura ampliación del puerto de Valencia ya que presenta las mismas dimensiones tanto de anchura como longitud de muelle y terminal.



Imagen de la terminal [Altenwerder](#) del puerto de Hamburgo Alemania),

El interfaz vía ferrocarril permite concentrar la actividad en los momentos que mejor convengan a la propia terminal. Esta forma de transporte suele suponer únicamente una pequeña porción del tráfico terrestre que accede a la terminal. El principal elemento a tener en cuenta es que las plataformas AGV no se crucen con la zona de interfaz de los transportistas vías carretera.

En la terminal de la nueva ampliación sería muy conveniente emplear una superficie de unas 13.5 hectáreas para este intercambio intermodal en las que se podría disponer de 4 vías más 1 que estaría fuera de la zona del RMG .Partiendo de esta hipotética estructuración, los RMG depositarían los contenedores a la parte más externa a la terminal y en la parte que quedara entre este interfaz y el patio, se encontraría el intercambio de recepción y entrega de contenedores vía camión.

### 3.6- Equipo de muelle

En la nueva terminal se dispondrá de una longitud de muelle de 1350 metros lineales lo que supondrá una capacidad de 9-11 grúas muelle. Debido a la incrementación de los mega buques portacontenedores, capaces de llevar a bordo 12000 TEUs estas deberían de ser Super-Post-Panamax, es decir, tener las siguientes dimensiones:

<u>Magnitudes</u>	<u>Super Post Panamax</u>
Elevación sobre raíles (m)	36
Capacidad de elevación (Tm)	54
Altura pórtico (m)	15
Alcance desde la línea del agua (m).	56

El sistema de la grúa muelle más recomendable es el “doblé trolley”, estas son perfectas para una terminal semiautomática porque disponen de una plataforma a modo de andamio con espacio para dos contenedores que permite que en 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.

El estibador deposita el contenedor en la plataforma del pórtico y automáticamente el ordenador inicia la operación de depositarlo en la plataforma AGV para que este lo lleve a su destino.

Los esfuerzos para automatizar los movimientos entre el punto de enganche en el buque y la plataforma han tenido siempre más dificultad, debido a que no es fácil lograrlo con una precisión de pocos centímetros, que es la requerida para agarrar automáticamente un contenedor desde el barco. Hemos de tener en cuenta que la grúa se deforma con la carga, el buque se balancea, sube y pandea internamente, y se mueve con relación al muelle, además de la subida y bajada del mar debido a las mareas.

Estas grúas tienen la desventaja que cuestan un 30 o 50% superior al de las grúas convencionales, pero pueden elevar la productividad en un 50% y al mismo tiempo disminuyen la mano de obra, al no necesitarla para la carga de los contenedores en la propia grúa.

Existen otras grúas como las que encontramos en el puerto de Hamburgo, que son capaces elevar a la vez 2 contenedores de 40 pies o 4 de 20 pies. El único inconveniente es que la estiba y la desestiba de los contenedores tienen que ser a la misma altura respecto del muelle y dicha posibilidad no la encontramos en la gran mayoría de los puertos. Se podría resolver si se estandarizara este tipo de grúa, hoy por hoy no es aconsejable, ya su coste es extremadamente elevado.

### 3.7-Equipo de patio

Los equipos que podrían componer el patio de la nueva ampliación valenciana se pueden dividir en los tres que explicamos a continuación:

-AGV Plataformas que se mueven libremente por la zona y guiadas automáticamente y llevan los contenedores de la pila al buque o viceversa.

-Apiladoras ACS o RMG automáticas.

-Maquinaria auxiliar, por si hubiese algún fallo.

Los medios de transporte a través del patio, que se podrían utilizar por ser los más novedosos, son en primer lugar los **AGV**.

Los AGV son plataformas sobre las que se depositan los contenedores de forma que se puedan mover por el interior de la terminal.

Tienen su propio motor, carecen de conductor, en principio tienen dos ejes con dos ruedas cada uno , aunque esto puede variar según los modelos, permiten el transporte de un contenedor de 40 pies o dos de 20 pies y llevan un componente bastante importante de tecnología de telecomunicaciones de forma que puedan desplazarse respetando medidas de seguridad.

Existen dos tipos bastante desarrollados y uno nuevo que se está probando en Hamburgo (Terminal Altenwerder), estos vehículos se clasifican por:

Diesel-hidráulicos	AGV
Diesel-eléctricos	E-AGV
Eléctricos	Electrics AGV

Los dos últimos que hemos nombrado han sido desarrollados por la empresa Gottwald port technology que es la pionera en este tipo de vehículos y la empresa que más invierte en tecnología portuaria, los más novedosos son los diesel-.electicos y, la única diferencia que tienen respecto a los diese-hidráulicos es que son bastante más respetuosos en el medio ambiente.

Los AGV totalmente eléctricos son los más modernos, están en prueba en la Terminal de Hamburgo CTA, y son tan avanzados tecnológicamente que hasta su batería es cambiada por otra cargada, sin necesidad de intervención humana, en una estación que automáticamente se encarga de sacar las baterías de la plataforma y ponerlas a cargar, mientras que al mismo tiempo le instala al vehículo otra cargada para volver al patio a trabajar.

La recarga dura aproximadamente seis horas cada batería. La tecnología de la batería también es totalmente reciclable. La plataforma puede funcionar con una carga de batería completa, una duración aproximada de entre 12 y 15 horas. La batería de los vehículos AGV están en funcionamiento en Hamburgo operan actualmente alrededor de 6000 horas al año y en funcionamiento las 24 horas del día y se ha calculado que aproximadamente una batería que puede funcionar con ese rango es de 2 años a 2,5. Después se tiene que cambiar la batería de nuevo.

La estación de carga consiste en una combinación de un sistema de estanterías de gran altura y un almacenamiento sobre raíles y la máquina de recuperación.

Esta nueva generación de AGV tienen emisión cero de CO<sub>2</sub> y 50% menos energía que los modelos anteriores AGV.

Ha sido la empresa gottwald la que ha automatizado todo el proceso de carga y descarga de baterías de los AGV.

En general el sistema de AGV de la batería es la misma que para el AGV diesel-eléctrico y el AGV hidráulico, el sistema de navegación funciona de la misma manera.

La batería se ha desarrollado en colaboración con la Hamburger Hafen und AGV AG Logistik (HHLA), que han trabajado durante muchos años Gottwald en los proyectos que el objetivo de eliminar los gases de escape en las terminales portuarias.

El proyecto fue subvencionado por el Ministerio Federal de Medio Ambiente Deutsch (BMU) para promover la movilidad eléctrica en los vehículos comerciales, por lo que es apoyado por el Instituto de Tecnología de Vehículos (IKA) de la Universidad RWTH de Aachen y el Instituto de Energía y Medio Ambiente de Investigación de Heidelberg GmbH (IFEU).

Si optamos por la opción automática de estas plataformas en la nueva ampliación, será más fácil que interactúe con maquinaria también automática. Nos

estamos refiriendo a la grúa muelle con sistema doublé-trolley ya nombrada anteriormente y respecto de los contenedores en el patio se utilizarían las grúas **ASC** (Automated Stacking Cranes) que actúan de forma automática cuando se trata de vehículos AGV y también para manipular contenedores de la otra parte del patio, es decir los contenedores que vienen con los transportistas externos al puerto.

En este caso, y dado que la grúa no posee conductor, la operación de carga y descarga se realizaría por control remoto, de modo que una sola persona podría operar varios ASC.

Los ASC fueron fabricadas por primera vez para la terminal ECT de Rotterdam, tienen sus ventajas e inconvenientes que son:

Ventajas:

- Tienen un sistema anti oscilación, mejor que cualquier otra grúa, básicamente porque sus brazos de apilamiento son rígidos y la carga no va suspendida con cables de acero que hace que se puedan balancear dependiendo de las condiciones climatológicas.
- Control de frecuencia de la corriente alterna.
- Dos ruedas de apoyo
- Precisión en el posicionamiento sin conductor.
- No precisa de combustibles fósiles, sino electricidad.

Inconvenientes:

- Son bastante más costosas que las convencionales.
- Requieren mucho mantenimiento.

También tenemos una segunda posibilidad, se trataría de utilizar las grúas **RMGs**

Las primeras RMGs Automáticas fueron construidas para la Terminal de Thamesport , en el río Támesis y tienen sus inconvenientes y ventajas respecto a las ASC , pese a que ambas cumplen la misma función portuaria, encontramos notables diferencias a la hora de operar.

#### Ventajas:

- Garantizan más de 2.000 horas de servicio anuales.
- Necesitan menos mantenimiento.
- El coste es menos elevado que las ASC.
- No precisa de combustibles fósiles, sino electricidad.
- Precisión en el posicionamiento sin conductor.

#### Inconvenientes:

-Al estar la carga suspendida entre cables de acero, es más vulnerable al viento, hoy en día hay programas anti-oscilamiento, que permiten trabajar con viento, pero no consiguen la precisión de las ASC con brazos rígidos.

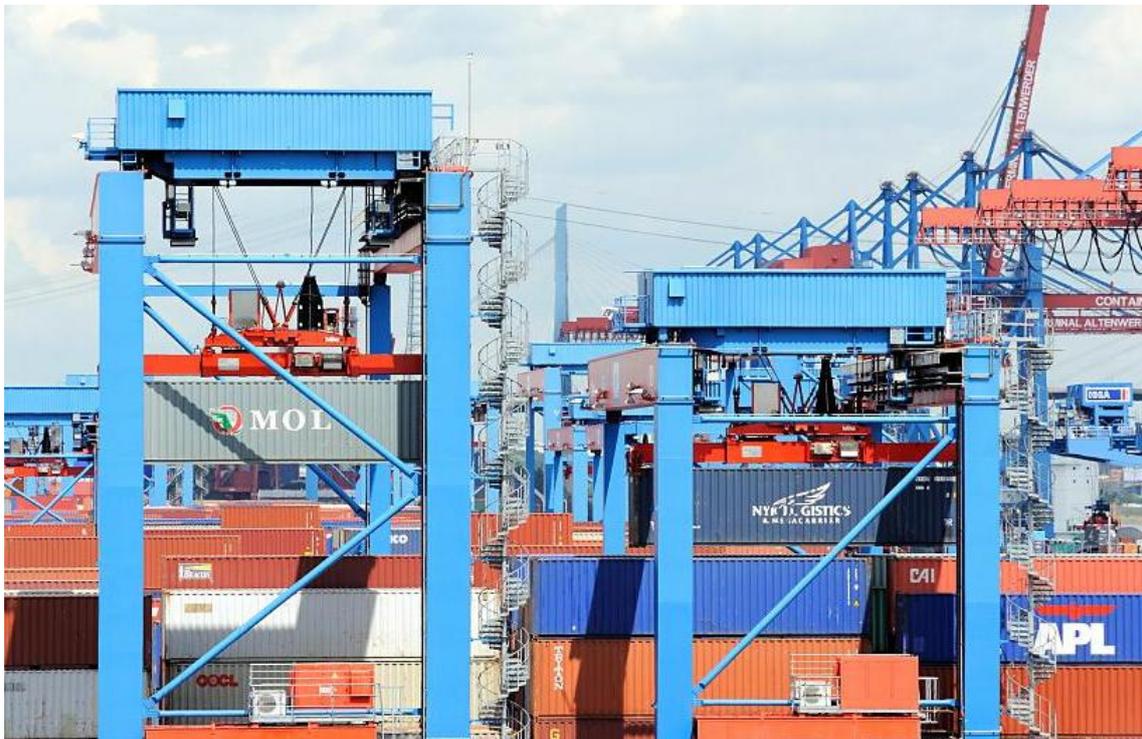
Una vez comparados ambos modelos podemos afirmar que la mejor grúa de patio para las condiciones que presente el puerto de Valencia, debido a su buen clima ya que la media del viento anual que es 2.6 m/s, son las de tipo RMG si bien con una precisión, existe una subespecie de las anteriores caracterizadas por disponer de doble raíl para que en una misma vía de apilamiento de contenedores exista dos grúas, se trata de las **DRMG** (Double Mounted Gantry).

Con esta innovación de la doble vía se consigue que puedan cruzarse entre ellas debido a que una es más pequeña que otra y así trabajar a más alto rendimiento, pues mientras una apila los contenedores que proceden del buque y la otra se centra en los que vienen de los transportistas.

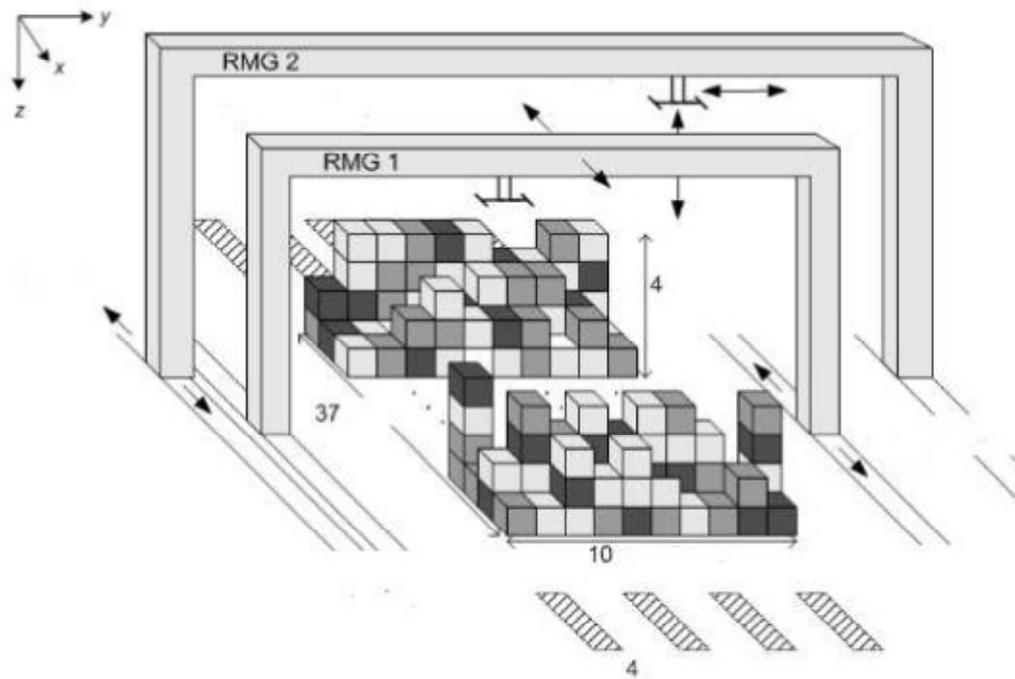
Este tipo de grúa fue instalada por primera vez en el puerto de Hamburgo (Alemania) y están construidas de forma que tengan una gran flexibilidad y elevado rendimiento que asegura una operación rápida particularmente durante las horas pico. En el puerto de Hamburgo las grúas DRMG operan automáticamente y desde una sala de control remoto se supervisa el intercambio de un contenedor a un camión externo.

Las características de de las grúas patio DRMG son

Ítem	Grúa mayor	Grúa menor
Capacidad de porte	42t	42t
Ancho de riel	41m	31,50m
Altura máxima de elevación bajo spreader	18.5m	18.5m
Largo	15m	15m
Peso máximo	3250Kn	2500KN
Velocidad de elevación (18t bajo spreader)	90m/min	
Velocidad traslación del carro (trolley)	60m/min	
Velocidad traslación de la grúa	180m/min	



Fotografía de este tipo de grúas del Puerto de Hamburgo.



Dibujo explicativo acerca de su funcionamiento.

#### 4-Beneficios económicos.

Los beneficios económicos están básicamente logrados a través de una eliminación extraordinaria de la mano de obra utilizada.

El ejemplo lo encontramos en la comparación de una Terminal convencional como la del Príncipe Felipe en Valencia y la Terminal de Thamesport (Reino Unido) que es uno de los puertos tecnológicamente más avanzado del mundo.

Característica Terminal Príncipe Felipe Puerto de Valencia:

Infraestructura	Equipos
110 Ha	31 RTGs
1.700m de muelle, 16m de calado	10 grúas (2 Panamax, 4 Post Panamax y 4 súper post-Panamax)
45.000 TEUs de almacenamiento	<b>867 Estibadores</b>
1.770.208 TEUs	1.770.208 TEUs

Destacamos de este cuadro explicativo en rojo el elevado número de estibadores que se necesitan en la terminal Príncipe Felipe.

Características Terminal Thamesport Reino Unido:

Infraestructura	Equipos
87 Ha	19 RMG Automáticos
650 m de muelle, 14,5 de calado	6 grúas súper post-Panamax
26.000 TEUs de almacenamiento	<b>150 Estibadores</b>
635,000 TEU.	635,000 TEU aprox.

Como podemos extraer de las tablas anteriores en una terminal manual no automatizada de unas 150 hectáreas podemos encontrar unos 1180 trabajadores en la estiva, mientras que en una terminal semiautomática de las mismas condiciones, encontraríamos unos 500 operarios, de los cuales solo 150 serian estibadores.

La mano de obra se reduciría casi  $\frac{3}{4}$  partes si bien hemos de tener en cuenta la necesaria contratación de otros operarios como informáticos, más mecánicos, electricistas, etc. Pese a lo anterior en términos generales, conseguimos una disminución más que notable del personal general con un menor aumento del personal especializado necesario para las operaciones.

#### **4.1-Aprovechamiento de recursos.**

En un puerto o terminal se consideran recursos todos aquellos medios que contribuyen a la producción y distribución de los bienes y servicios de que los trabajadores hacen uso en la zona de trabajo.

Todos estos recursos tendrán un coste económico que se ve reflejado en el precio que se le presenta al transportista por Tonelada manipulada (estibada o desestibada y apilada en la terminal).

Los factores más importantes que intervienen en el incremento del coste por TEU manipulado, los podemos clasificar en:

- Gasto generado por mano de obra.
- Gasto de energía Vs. carga movida.
- Mantenimiento de los vehículos.
- Mantenimiento de la Terminal.

De los 4 anteriormente nombrados el más importante y que más influye en el precio del flete es la mano de obra que se reduce como hemos reflejado en los apartados anteriores con la automatización de la Terminal.

Los demás factores también pueden verse mejorados con la aplicación de las nuevas tecnologías que se están desarrollando en los mercados.

En el ámbito de la energía se apuesta por la eficiencia, es decir que la cantidad de aquella que haya de invertirse por TEU sea la menor posible. Por ello se ha apostado por la energía eléctrica, es la más limpia y menos costosa de las existentes por el momento.

#### 4.2-Optimización de carga y descarga.

El procedimiento para la carga y descarga de un buque es:

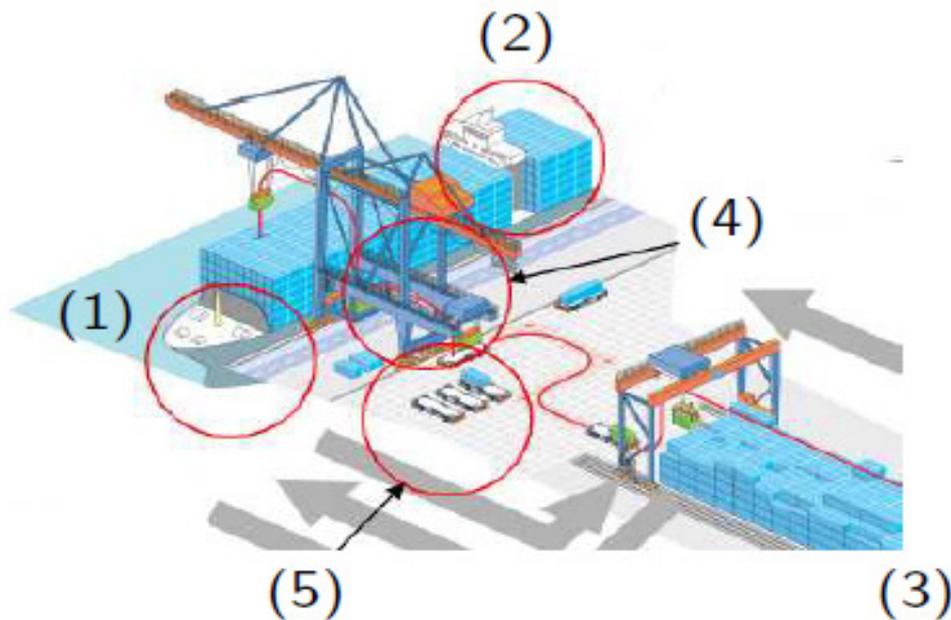
- Se asigna al buque el área de carga y descarga del muelle
- Se carga/descarga los containers de los buques a los vehículos de transporte.
- Los vehículos transportan los container al recinto de almacenaje.

Los problemas que pueden existir en la optimización y la logística pueden verse reflejados en:

- 1-Un mal plan de la asignación de las aéreas del muelle.
- 2-Una mal planificación de estiba
- 3-Un mal uso del recinto de almacenaje de contenedores.

Se requiere para evitarlo ordenar los containers según su prioridad (destino, fecha de entrega, etc.)Así como mover containers (entrada/salida) minimizando el número total de movimientos de la grúa.

- 4-Una mala organización de la secuencia de carga/descarga de containers.
- 5-Una incorrecta asignación de containers a los vehículos.



Todos los planes anteriormente descritos en una terminal tanto convencional como semiautomática, se realizan mediante cálculos de técnicas resolutivas, es decir aplicar un software con:

1-Metodos exactos (técnicas clásicas de optimización).

2-Reglas Heurísticas (reglas basadas en prioridades).

3-Algoritmos Meta heurísticos (métodos inteligentes).

4-Algoritmos híbridos: Ideas y conceptos de algoritmos meta heurísticos se usan con técnicas clásicas de optimización y matemática.

En una terminal semiautomática hemos de añadir que el software de TOP con PCS y los AGV están en continuo intercambio de información para evaluar cual es el camino más preciso a seguir por cualquiera de los vehículos para optimizar la carga y la descarga junto con el apilamiento de los contenedores,

Esta es la gran diferencia con una terminal convencional, el flujo de información, que a pesar de estar ya bastante informatizado en las terminales manuales existentes, la evaluación de la situación y la comunicaron instantánea entre los vehículos que circulan por la terminal es una herramienta fundamental que puede aportar importantísimas ventajas.

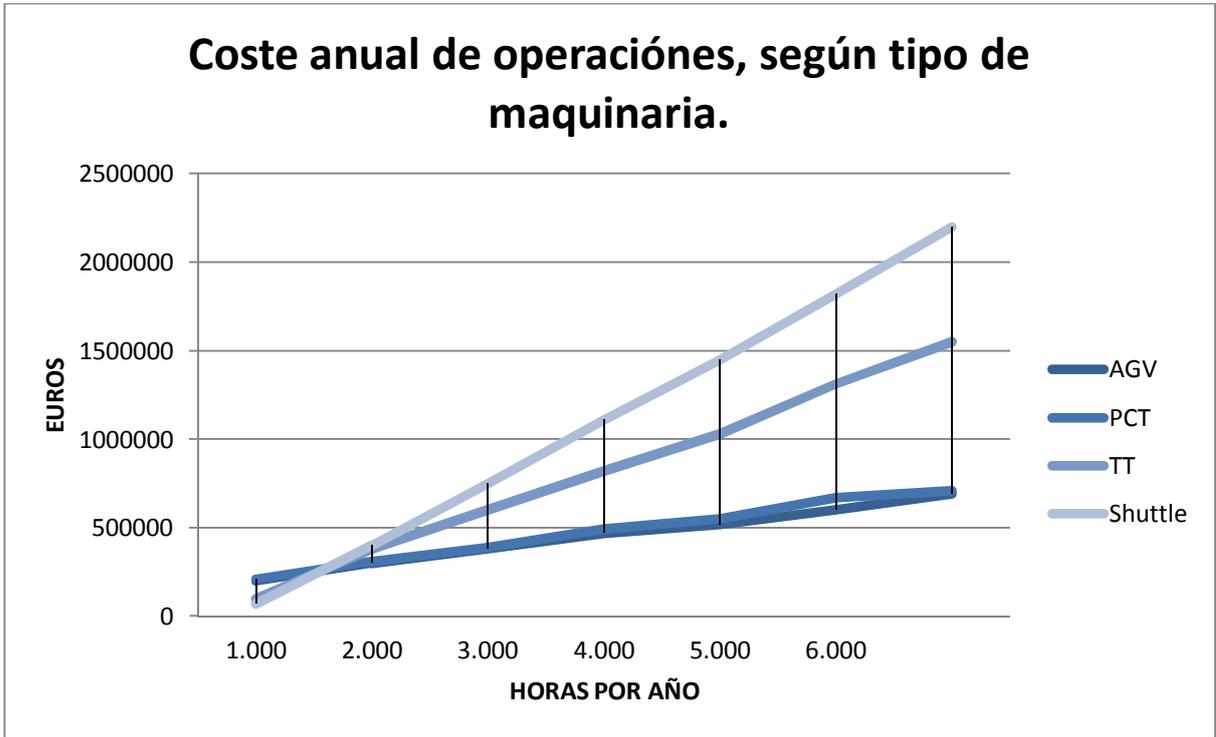
### **4.3-Costes de energía por TEU.**

Los costes de energía por TEU, se verían reflejados dependiendo del tipo de vehículos a utilizar.

Existen los E-AGV que han reducido bastante el gasto de carburante respecto a los AGV Diesel-hidráulicos, si bien siguen generando necesitando.

La última y más eficiente posibilidad es la incorporación de los denominados AGV 100% eléctricos, no encontraríamos con una reducción de la utilización de combustibles fósiles muy elevada.

**4.4-Comparación de la productividad de la mano de obra por TEU de una terminal semiautomática con una convencional.**



Costes euros	AGV (automático)	PCT (automático)	Shuttle (manual)	TT (manual)
Nº vehículos	6	4	5	5
CV por hora flete	79	70	405	354

## 5.-Factor medioambiental

### 5.1- Contaminación de la terminal

Es evidente que según la configuración del mercado actual, la rentabilidad económica será el factor decisivo a la hora de realizar una inversión portuaria de la envergadura de la construcción de una nueva terminal, pero también lo es que la reocupación medioambiental es un elemento de creciente interés, que aumenta su importancia con los años.

Tanto la contaminación atmosférica como la contaminación acústica podrían mejorar notablemente al automatizar la nueva terminal reduciendo así las emisiones generales del puerto de ambos tipos.

La contaminación portuaria tiene en general como **fuentes** principales, tanto el propio transporte marítimo, como el terrestre y el almacenamiento en tierra.

Las navieras tienen impuesta su propia normativa sobre control y contención de la contaminación, por lo que en nada afecta la automatización de la terminal, no obstante lo que si mejoraría de manera extraordinariamente eficiente sería la producida por el transporte terrestre portuario y el almacenamiento.

La nueva Terminal de contenedores podría disponer de la maquinaria que más respete el medioambiente siempre que sea productiva.

Tanto las guas ASC como las RMG, así como los vehículos AGV pueden tener un funcionamiento de tipo diesel, diesel-eléctrico o eléctricas totalmente. Este último sería el más recomendable, pues anularía las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de combustibles fósiles, un importantísimo avance hacia las energías renovables.

Las **causas** por las que se produce la contaminación también se verían en parte paliadas con la automatización, dado que en principio pueden ser operativas (carga i descarga, bunkering, trasiegos...) u accidentales (colisiones, varaduras, encallamientos, fallas estructurales, incendios, explosiones, rotura de conductos, daños o pérdidas de los contenedores...).

Todas aquellas que se relacionen con las operaciones de estiba deberían en principio eliminar todo fallo humano que pudiese generarlas, si bien tampoco puede pensarse que conseguiríamos su eliminación.

Los **productos contaminantes** que genera el funcionamiento de una terminal no automática son de varios tipos: Hidrocarburos, petróleo crudo, fuel, diesel, alquitrán, gases nocivos y potencialmente peligrosos, productos livianos...

Con la automatización, si bien no puede eliminarse la totalidad de aquellos si los utilizados en el funcionamiento material interno de la propia terminal, al sustituirlos por energía renovable que ni necesita de aquellos, eliminando el potencial riesgo durante su transporte o almacenaje, ni tampoco los consume, liberando las sustancias nocivas que generan.

## 5.2- Medidas de la Autoridad portuaria Valenciana.

Son varios los proyectos en que ha participado la Autoridad Portuaria relacionados con el medio ambiente y la lucha contra la contaminación. Podemos deducir de estas colaboraciones que la preocupación ambiental es uno de los aspectos influyentes para la toma de decisiones del Puerto de Valencia.

Esta entre otras razones de índole más práctico y económico apoyan los proyectos para automatizar, si bien no la totalidad de las maniobras portuarias, dado el elevadísimo coste que esto supondría, si para ir cambiando poco a poco con cada nueva obra u ampliación hacia el método de la automatización.

Pasamos a realizar una breve explicación de los proyectos medioambientales más trascendente que se realizan o han realizado en el puerto valenciano.

### **-Proyecto HADA (Herramienta Automática de Diagnostico Medioambiental)**

Se trata de un proyecto financiado por la U.E a través del programa LIFE, que permite el desarrollo de un sistema de control de contaminación atmosférica y acústica en entornos portuarios.

De manera resumida las medidas de este proyecto son:

- Instalación de sistemas de monitorización tanto de partículas PM<sub>10</sub> como de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y CO en tiempo real en el propio puerto.
- Sistema de monitorización del ruido, ligado a la denominada Red Acústica Portuaria.
- Diseño de un sistema informático de seguimiento y control, que permite controlar la contaminación atmosférica en puertos de Valencia.
- La obtención de un patrón granulométrico para las diversas actividades de descarga que nos permite identificar a posteriori emisiones debidas a las actividades concretas en áreas portuarias.

Actualmente, el Puerto de Valencia dispone de una cabina de control de la calidad del aire en la que se recogen en tiempo real los datos sobre

partículas de tamaño inferior a 10 micras de diámetro (PM<sub>10</sub>) Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), Óxidos de nitrógeno (No<sub>x</sub>) y Monóxido de carbono (CO).

**-Proyecto indaport** (Sistema de indicadores ambientales para Puertos)

Se trata de un proyecto proveniente de los fondos del programa de fomento de la investigación tecnológica (PROFIT) del Ministerio de Ciencia y Tecnología dirigido por el Ente Público de Puerto del estado participando la Autoridad Portuaria de Valencia como puerto piloto.

En este proyecto se han obtenido:

Un sistema de Indicadores Ambientales que permiten tener un conocimiento exacto del estado y evolución del medio ambiente en el recinto portuario.

Un modelo reproducible en otros entornos portuarios.

**- Proyecto ECOPORTS UE**

De nuevo en este caso el proyecto se financia por la Unión Europea a través del V Programa Marco, para la armonización de la gestión medioambiental en los puertos de Europa y el intercambio de experiencias y mejores prácticas en temas relacionados con el medio ambiente.

La Autoridad portuaria valenciana ha liderado un grupo de trabajo cuyo objetivo es la implantación de SGMA (Sistema de Gestión Medioambiental) a otros recintos portuarios entre los que se encuentran:

- Puerto de Livorno
- Puerto de Marsella
- Puerto de Tenerife
- ABP ( Association British Port)
- Puerto de Civitavechia
- Terminal Rinfuse en el Puerto de Genova.

Con la información aportada por la Autoridad Portuaria junto con las recomendaciones de los puertos pilotos se ha elaborado una guía a nivel europeo para la implantación de los SGMA.

- **Proyecto ECOPORT**

Pese a que el proyecto finalizó en enero de 2001 las herramientas obtenidas siguen utilizándose en la Comunidad Portuaria Valenciana, y seguirán exigiéndose a las empresas que ocupen esta nueva terminal.

El lema introducido con ECOPORT que sigue primando en las nuevas ampliaciones es el extraído del programa LIFE “Hacia una comunidad Portuaria respetuosa con el medio ambiente”.

Una vez finalizado el proyecto, **Valenciaport** como resultado de este, integrado por las empresas piloto adheridas a él y por la Autoridad Portuaria de Valencia, continúa trabajando para la implantación de sus sistemas de gestión medioambiental. Los principales resultados obtenidos pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Un análisis detallado de las necesidades en cuestiones medioambientales de la Comunidad Portuaria.
- Un modelo de implantación de Sistemas de Gestión Medioambiental aplicable a todas las empresas de la Comunidad portuaria.
- La estructura necesaria para una adecuada divulgación de los resultados del proyecto, que favorezca su aplicación a nivel nacional e internacional, así como la puesta en marcha de cursos específicos sobre:

Seminarios de concienciación medioambiental para el sector portuario  
Cursos de diseños de sistemas de gestión medioambiental adaptados a las necesidades del sector portuario.

Formación de Auditores Medioambientales especializados en el ámbito portuario.

- La edición de una Guía para la implantación de los sistemas de gestión medioambiental en las instalaciones portuarias.
- La formación de especialistas en gestión medioambiental en instalaciones portuarias.
- La divulgación entre las Comunidades Portuarias de la Unión Europea, especialmente las mediterráneas, de las ventajas que proporciona la aplicación de sistemas de gestión medioambiental.

## 6- Conclusión.

La principal razón que me llevo a decantarme por esta materia, no es la más valorada a nivel logístico ni empresarial, sinceramente, considere que **el coste ambiental** que una nueva terminal conlleva no era proporcional a las utilidades que esta reportaría al puerto de Valencia.

Si bien es cierto que el transporte marítimo moviliza más del 82% del comercio mundial, por lo que los proyectos de desarrollo de los puertos, y bahías en general, y en nuestro caso de nuevas terminales, generalmente se asocian a beneficios económicos de largo alcance para las naciones y ciudades que los desarrollan, también lo es que mares y océanos se encuentran absolutamente sobreexplotados en la actualidad.

No obstante la anterior reflexión, soy muy consciente de la escala de valores por las que se rigen las decisiones de esta índole, y que a fin de cuentas la importancia del transporte marítimo, conlleva a que el éxito comercial marítimo dependa en gran medida del correcto desarrollo, diseño, construcción y mantenimiento del los puertos.

Al conocer el proyecto de esta nueva ampliación, quise informarme sobre la materia, los pros y los contras, se ha de destacar que la Autoridad Portuaria de Valencia está ciertamente comprometida con el medio ambiente, como hemos podido observar en el presente trabajo, pero en el caso a que nos referimos, no se tuvo en cuenta, al menos en un principio, las consecuencias negativas que dicha ampliación conllevaría ambientalmente, ni las posibilidades de evitarla con un mejor aprovechamiento de los medios existentes, de manera que aplicando los avances tecnológicos, podría conseguirse el rendimiento deseado y sin la inversión que conlleva la ampliación.

Dadas las circunstancias, y la índole del proyecto, era evidente que plantear una queja o reclamación sobre la materia habría resultado en balde, por lo que la única vía que encontré para aportar mi pequeño grano de arena en esta materia, fue introducir en este inevitable nuevo proyecto, la posibilidad de acudir a los medios tecnológicos existentes, que reportarían, no tansolo un menor impacto para el medio ambiente, sino además una mejora de los rendimientos a nivel económico y productivo que atrajeran la atención de las Autoridades.

He de constatar en este punto que mi intención es presentar el proyecto al ambientólogo de la Autoridad Portuaria, no tengo muchas esperanzas de obtener atención por su parte, pero al menos mostrarse las posibilidades.

Según se rumorea, aunque no se quiere desvelar por los posibles conflictos que conllevaría con el gremio de los Estibadores, la nueva terminal del Puerto de Valencia incorporara ciertos avances de semi-automatización, por lo que no creo que sea tan descabellado, aportar información por mi parte que pueda decantar la balanza hacia una terminal más novedosa y limpia.

Centrándonos en la realidad práctica es de destacar que los avances tecnológicos en el transporte marítimo y la integración del transporte por tierra, mar y aire han aumentado la complejidad del desarrollo de los nuevos puertos y de las ampliaciones de los ya existentes.

Uno de los aspectos más destacables que podríamos conseguir a nivel económico con la automatización, sería la máxima potenciación de su capacidad extraída también del lugar estratégico en que se encuentra, y de la posibilidad de configurar el Puerto de Valencia como el principal **Puerto Hub** del corredor del Mediterráneo.

La argumentación sobre configurar el Puerto valenciano como de tipo Hub, sirve para añadir beneficios económicos y productivos a los primeramente pretendidos de tipo ambiental.

Un buen emplazamiento no es el único criterio a considerar por las navieras, como queda constatado en este trabajo, y en el momento actual se observa por estas también la utilización de los últimos desarrollos tecnológicos en el propio puerto o en este caso en la nueva terminal.

Uniéndolo todo lo anterior es evidente que no sería coherente pretender la optimización como puerto hub con las actuales técnicas rudimentarias de estiba existentes en el puerto de Valencia, será necesario crear una logística que haga más rentable el gasto de TEU en la estiba y en general un ambiente muy competitivo y que aporte confianza a las navieras.

En el presente trabajo he pretendido extraer no solo la evolución del comercio valenciano que nos lleva a considerar la reconfiguración como Puerto Hub , sino un aumento de la competitividad y eficiencia en la nueva terminal para atraer un mayor volumen de trabajo rebajando el coste total de la estiba con la automatización.

La optimización logística que permitiría esta reconfiguración conlleva varias fases que podrían ser objeto de desarrollo **automático o semiautomático**, las principales estudiadas son:

-Subsistema de carga y descarga:

En la nueva terminal se dispondrá de una longitud de muelle de 1350 metros lineales lo que supondrá una capacidad de 9-11 grúas muelle. Debido a la incrementación de los mega buques portacontenedores, capaces de llevar a bordo 12000 TEUs estas deberían de ser Super-Post-Panamax.

El sistema de la grúa muelle más recomendable es el “doblé trolley”. Así como también el estudiado DRMG.

-Subsistema de almacenamiento de contenedores:

Este ocupa la mayor parte de la superficie de la terminal, cuya disposición y extensión va más ligada a los medios de manipulación que al tráfico. El almacenamiento en una terminal automática es absolutamente esencial a nivel organizativo para que los medios automáticos puedan efectuar las operaciones de recogida y entrega sin el menor colapso. Sería conveniente la utilización de apiladoras ACS o RMG automáticas.

En este punto también es de vital importancia la comunicación interna de la información por los varios medios mencionados en el trabajo, con una informatización total como la que tiene en la actualidad el Puerto de Valencia con Infoport.

-Subsistema de recepción y entrega terrestre

Lo integran las puertas terrestres para camiones o ferrocarriles. Nos encontramos en este subapartado con dos posibilidades, un interfaz por carretera o vía ferrocarril.

El interfaz vía ferrocarril permite concentrar la actividad en los momentos que mejor convengan a la propia terminal. Si bien como se ha estudiado la organización con los transportistas externos y sus medios vía carretera sería esencial.

Una posibilidad es la mencionada superficie de 13.5 hectáreas que podría disponer de 4 vías más 1 que estaría fuera de la zona del RMG para los transportes en camión.

-Subsistemas de interconexión interna,

Es el que asegura el transporte horizontal de los contenedores entre los anteriores.

Para este sería recomendable partiendo de las posibilidades reales de la terminal que se observan en los planos del proyecto de ampliación, las AGV Plataformas que se mueven libremente por la zona, guiadas automáticamente y que llevan los contenedores de la pila al buque o viceversa.

Los medio más novedosos con los que la nueva terminal contaría serían estos vehículos AGV o la opción de los ASC anteriormente explicada, siempre de tipo eléctrico.

Toda esta automatización tendría sus beneficios económicos, y no generaría polución ni impacto ambiental comparable a una terminal ordinaria.

Considero necesario remarcar que aumentar el volumen de trabajo en el puerto de Valencia de manera incontrolada generaría una serie de nuevas ampliaciones poco convenientes, tanto desde el punto de vista económico, por su coste, como ambiental. La optimización de los recursos es la clave necesaria para un equilibrio entre la actividad económica portuaria y el medio ambiente.

Esta optimización con la automatización consigue, al menos en la teoría, ambos objetivos, un aumento de la capacidad y producción de la nueva terminal, y una disminución de un futuro impacto ambiental evitando un incontrolado crecimiento.

Además, no solo la seguridad ambiental se vería mejorada, sino en general la laboral, el personal dejaría de ser obrero con plus de peligrosidad, a ser trabajador especializado y titulado cuya interacción directa con la maquinaria y los materiales parados o peligrosos sería mínima.

Para concluir destacar la importancia que los avances de tipo tecnológico pueden tener en el comercio marítimo en general y en concreto en la actividad portuaria, y que si bien tienen como principal inconveniente una importante inversión, también pueden extraerse multitud de ventajas en los aspectos mencionados, que a la larga compensarían con creces la inicial carga económica.

He conseguido unos conocimientos mas que suficientes que en principio ni me planteaba, pensaba centrarme mas que en la parte logística en la ambiental, pero considero que mi aportación a la Autoridad Portuaria Valenciana puede resultarles mas interesante desde esta perspectiva. Soy muy consciente del poco impacto que mi trabajo puede llegar a tener, pero he preferido invertir mi esfuerzo en el, antes que en otro tema que no me motivara de esta forma.

## 7- Bibliografía:

- Developments in Container Handling Technology. Cargo System (1997). IIR Publication.
- Developments last in Container Handling Technology. IIR Publication.
- Economía del Transporte Marítimo (2003). Freire, María Jesús y González Laxe, Fernando. Netbiblo
- Economía, ingeniería y logística portuaria: teoría y práctica (2010). Truyols Mateu, Sebastián. Collado Villalba. Madrid .
- El transporte de contenedores: terminales, operatividad y casuística (2003). Marí Sagarra, Ricard; de Souza, Adamir J.; Rodrigo de Larrucea, Jaime y Martín Mallofré, Juan. Barcelona Edicions UPC.
- Future of RMG and their automation potential. Developments in Container Handling Automtaion & Technologies. Richter, M. (1999). Londres (Reino Unido).
- Gestión portuaria y logística (2009). Piniella, Francisco. Sevilla, Universidad Internacional de Andalucía
- Guía de ambientalización Ecoport (2003). Autoridad portuaria del puerto de Valencia.
- Logística del Transporte Marítimo (2003). León Arias, Àlex y Romero Serrano, Rosa. Barcelona Logis Book.
- Los transportes marítimos de línea regular. (1997)..Blanco,A. Serie libros ,Instituto Portuario de Estudios y cooperación. Valencia (España)
- Logística y Transporte (1999). "El futuro de la tecnología LAN sin cable . Número 59. Octubre.

-Recent developments in containers Tracking Technology (1999a).Karl Jeffery.  
Cargo System reports IIR Publication London.

-Recent developments in information Technology for container terminals (1999b). Karl  
Jeffey. Cargo System reports IIR Publication London.

-Terminales marítimas de contenedores: el desarrollo de la automatización (2001).  
Monfort Mulinas, Arturo; Aguilar Herrando, José y Gómez-Ferrer Boldova, Ramón.  
Valencia Fundación Instituto Portuario de Estudios y Cooperación de la Comunidad  
Valenciana.

-The future for AGVs (2000). Cargo system. Reuvers, W y Urban,F. Suplemento abril.

-Transporte Marítimo de Contenedores: Organización y gestión (2001). Perfecto  
Palacio,Lopez.  
Fundación Instituto Portuario de Estudios y Cooperación de la Comunidad Valenciana.

## **8-Direcciones web:**

Academia de la Lloyds maritim

<http://www.lloydsmaritimeacademy.com>

ECT (Rotterdam)

<http://www.ect.nl/Pages/ECT-Home.aspx>

Fundacion marca de garantía del puerto de Valencia

<http://www.marcadegarantia-ptovlc.com>

Maher Terminals

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

Marine departamento of Hong Kong

<http://www.mardep.gov.hk/en/home.html>

Periodico el pais

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

Hamburg Port Consulting

<http://www.hhla.de/hpc/ctis.htm>

HHLA (Hamburgo)

<http://www.hhla.de>

HIT (Hong Kong)

[http://www.hph.com.hk/business/ports/hong\\_kong/hit.htm](http://www.hph.com.hk/business/ports/hong_kong/hit.htm)

Hong Kong international Terminals

<http://www.hit.com.hk/>

Port of Hamburg

<http://www.hafen-hamburg.de/>

Proyecto Ecoport

<http://www.valenciaport.com/ecoport/ecoport.htm>

PSA (Singapur)

<http://www.psa.com.sg>

Puerto de Amsterdam

<http://www.amsterdamports.nl>

Puerto de Felixtowe

<http://www.hph.com.hk/business/ports/europe/felixstowe.htm>

Puerto de thamesport

<http://www.hph.com.hk/business/ports/europe/thamesport.htm>

Puerto de Valencia

<http://www.valenciaport.com>

Tecnología portuaria

<http://www.porttechnology.org>

