

ANEJO Nº1: MEMORIA JUSTIFICATIVA

TUTOR:

VICENTE CERDÁ GARCÍA DE LEONARDO

AUTORES:

**ROBERTO ARZO MARTÍ
ALEJANDRO DE SAN JUAN PEIRÓ
DIEGO MARTÍNEZ-BERNAL MARTÍ
ROBERTO PONCE NUÉVALOS**

FECHA: JUNIO 2015



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ÍNDICE

1	EL TRÁFICO DE CONTENEDORES	2
1.1	EL TRÁFICO MARÍTIMO INTERNACIONAL.....	2
1.2	EL TRÁFICO MARÍTIMO EN ESPAÑA	2
1.3	EL TRÁFICO MARÍTIMO EN CASTELLÓN	3
2	CAPACIDAD ACTUAL	3
2.1	INFRAESTRUCTURA ACTUAL EN EL PUERTO DE CASTELLÓN.....	3
2.2	AGOTAMIENTO DE LA CAPACIDAD ACTUAL.....	3
2.3	NECESIDAD DE UNA NUEVA TERMINAL.	4
3	PROGNÓSTIC DE TRÁFICO	4
3.1	3.1 TRÁFICO ACTUAL (T1).....	4
3.2	EL “EFECTO CMA-CGM” (T2)	6
3.3	EL “EFECTO TRÁNSITO” (T3)	6
3.4	TRÁFICO TOTAL.....	7
4	LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	8
4.1	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.	8
4.1.1	DEFINICIÓN DE CRITERIOS.	8
4.1.2	GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS.	10
4.1.3	CRITERIOS DE VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS.	10
4.1.4	MATRIZ MULTICRITERIO.	10
4.2	4.2 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN	11

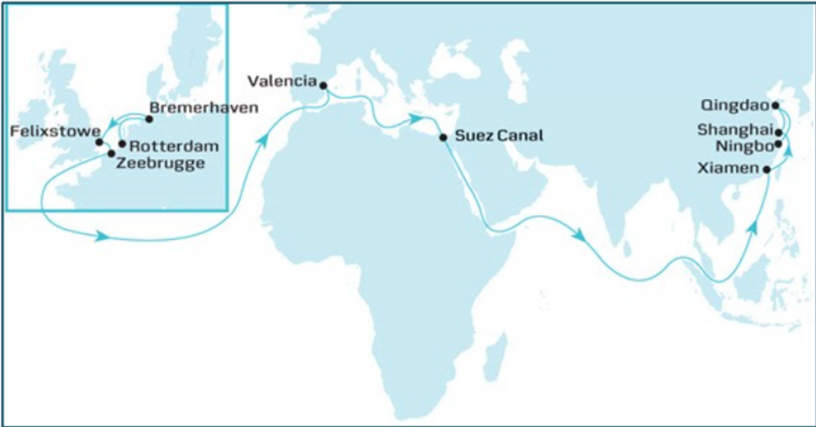
1 EL TRÁFICO DE CONTENEDORES

1.1 EL TRÁFICO MARÍTIMO INTERNACIONAL

Desde que a finales de los años 50 del siglo pasado, se introdujo el uso del contenedor en el tráfico marítimo su crecimiento ha sido constante y acelerado. En las últimas décadas, el número de contenedores llenos transportados ha pasado de 29 millones de TEUs en 1990 a 152 millones de TEUs en el año 2008, lo que supone un crecimiento anual acumulado del 9,5 % anual medio en el periodo. Estos porcentajes están por encima del crecimiento de la economía mundial y del propio comercio internacional.

De 2008 a 2009, y con motivo de la crisis financiera internacional, el número de contenedores movidos en los puertos cayó en 49 millones de TEUs (9,3 %), aunque rápidamente retomó la senda de crecimiento, superado en 2011 las cifras anteriores a la crisis. Las previsiones hacia los futuros años no se entienden sin una continuación del crecimiento anual del tráfico.

Actualmente, la ruta principal de contenedores es la denominada este-oeste, que partiendo del este asiático, donde se encuentran varios de los puertos más grandes del mundo, llegan a EEUU pasando por el Canal de Suez, el Estrecho de Gibraltar y Canal de Panamá. La ruta hace escala en un número limitado de puertos desde donde posteriormente son distribuidos los contenedores en buques *feeder* de menor tamaño. Para operar estas rutas las navieras suelen dividir el recorrido en varias partes, situándose en el Mediterráneo una zona de división, quedándose por una parte Asia y el Mediterráneo y, por otra, América y el norte de Europa.



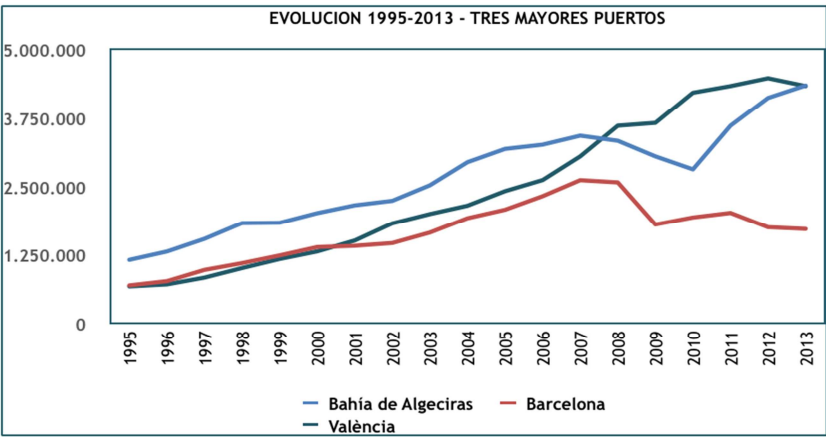
Por este motivo existen diversos puertos hub con gran tráfico de contenedores, ya que los barcos usan los puertos para descargar los contenedores que posteriormente se embarcaran en otras rutas transoceánicas.

1.2 EL TRÁFICO MARÍTIMO EN ESPAÑA

En España los principales puertos se encuentran en el arco mediterráneo, siendo estos Algeciras, Valencia y Barcelona, que mueven más del 75% de los contenedores que pasan por el sistema portuario español.

La evolución reciente en estos tres puertos principales se puede expresar con tres situaciones características, en

primer lugar la rotura en 2001 de la paridad mantenida por Valencia y Barcelona, seguidamente el rebase de Valencia a Algeciras en 2009 y por ultimo una veloz recuperación de Algeciras en los últimos años respecto a Valencia.



El puerto de Barcelona es un puerto mayoritariamente de *import-export*, por otra parte, el puerto de Valencia es caracterizado como puerto *hub mixto* pero es su fracción *import-export* la que lo coloca como puerto principal en España, fundamentalmente debido a la calidad e importancia de su hinterland, cabe mencionar también al puerto de Algeciras, siendo caracterizado como *hub global* teniendo una parte muy reducida de *import-export* debido a que su hinterland es menos potente económicamente.

Una valoración del tráfico *import-export* de cada puerto se ve registrada en la siguiente tabla, donde podemos observar que la función de importación y exportación recae principalmente en Valencia, Barcelona y en menor medida en Bilbao.

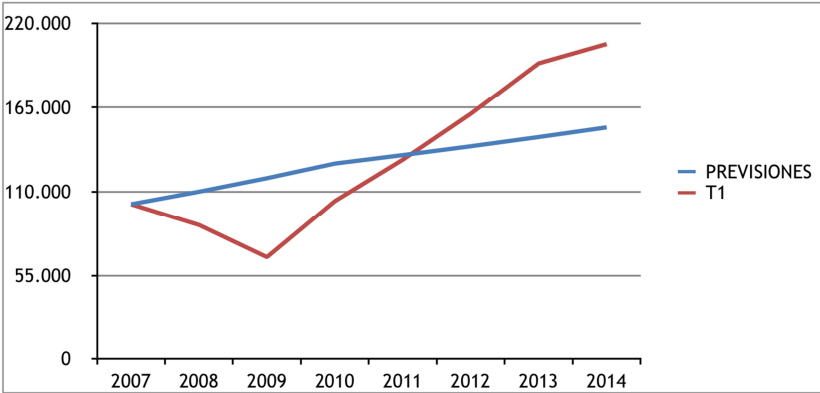
	VALENCIA	BARCELONA	BILBAO	LAS PALMAS	BAHÍA DE ALGECIRAS	SANTA CRUZ	VIGO	CASTELLÓN	ALICANTE	SEVILLA	RESTO	TOTAL
TEUs	2.169.512	1.442.005	605.858	414.870	389.649	306.387	201.020	191.822	146.557	140.404	544.572	6.552.656
%	33,1%	22,0%	9,2%	6,3%	5,9%	4,7%	3,1%	2,9%	2,2%	2,1%	8,3%	100,0%

La Comunidad Valenciana, teniendo en cuenta la presencia de Alicante y Castellón, sería el principal frente portuario de *import-export* acaparando en la vertiente mediterránea más del 50% del total de contenedores movidos por los principales puertos españoles en 2013.

Además, con el objetivo de reforzar este arco mediterráneo, está prevista y en proceso de construcción, un corredor mediterráneo ferroviario de mercancías que, conectado con los principales puertos de este arco mediterráneo, tenga capacidad de transportar mercancías al centro y norte de Europa con rapidez. Esto permitiría comunicar de una forma segura y rápida los *hinterlands* de los puertos del arco mediterráneo con los hinterland de los principales puertos del norte de Europa.

1.3 EL TRÁFICO MARÍTIMO EN CASTELLÓN

A continuación, vamos a analizar el crecimiento del tráfico de contenedores en el puerto de Castellón. En el siguiente gráfico se comparan las previsiones realizadas por el organismo público de puertos del estado, en el periodo que comprende desde 2007 hasta la actualidad, con el tráfico real del puerto durante estos años:



Año	Tráfico previsto 2008	T1 Tráfico actual
2006	71.660	71.660
2007	101.929	101.929
2008	110.094	88.208
2009	118.912	67.075
2010	128.437	103.956
2011	133.960	130.963
2012	139.720	160.934
2013	145.728	193.969
2014	151.994	206.551

Como podemos observar en la gráfica, las previsiones se vieron gravemente afectadas por la crisis económica y de tráfico marítimo internacional del año 2009 que se ha comentado anteriormente, donde el tráfico real del puerto (T1) fue de 67.000 TEUS, 50.000 menos de los esperados. Más tarde se aprecia que en los siguientes años se recuperó el crecimiento e incluso en la actualidad las previsiones han sido claramente superadas en el año 2014 con 60.000 TEUS por encima de la previsión y se percibe una clara tendencia al alza.

Cabe destacar que Castellón es uno de los puertos españoles que más ha crecido durante el periodo de crisis y, prueba de ello, son los datos de crecimiento anual de tráfico, que ascienden a un crecimiento medio del 20% del tráfico en los últimos 5 años. Todos estos contenedores tienen su actividad situada en las 2 terminales del Norte, cuya capacidad máxima es de 400.000 TEUS.

2 CAPACIDAD ACTUAL

2.1 INFRAESTRUCTURA ACTUAL EN EL PUERTO DE CASTELLÓN

El puerto de Castellón cuenta actualmente con 2 terminales polivalentes de contenedores y mercancía general no contenerizada, operadas por los siguientes concesionarios:

- Terminal B: su explotación se lleva a cabo por la empresa TERMINAL POLIVALENTE DE CASTELLÓN, S.A. Destinada a la manipulación de mercancía general y contenedores, con una superficie de 105977 m2. Cuenta con una línea de atraque de 384 metros lineales. Dispone de dos atraques tipo Ro-Ro y de tres grúas portainer de 50 pies para la carga y descarga de contenedores. El patio de almacenamiento de contenedores tiene 1170 slots. Posee de una zona de estacionamiento Ro-Ro de 162x156 m. Asimismo dispone de edificios de oficinas, talleres y almacén.
- Terminal C: su explotación se lleva a cabo por la empresa NOATUM TERMINAL CASTELLÓN, S.A. Destinada a la manipulación de mercancía general y contenedores, con una superficie de 81269 m2. Dispone de una línea de atraque de 396 metros lineales. La zona de almacenamiento de contenedores está formada por una retícula ortogonal de capacidad para 1100 slots. Dispone de control de accesos con cuatro carriles y básculas. Se disponen los siguientes edificios: oficinas de administración (204m2) y nave para almacenamiento y mantenimiento (6720m2). También disponen de estación de lavado de equipos, estación de combustible y servicios para transportistas. Para la carga y descarga disponen de una grúa portainer de 50 pies.

Cabe destacar que la capacidad máxima de almacenamiento de contenedores de estas 2 terminales es de 400.000 TEUs anuales. Debido a que en el puerto no operan más terminales de mercancía contenerizada, ésta es la capacidad máxima del puerto.

2.2 AGOTAMIENTO DE LA CAPACIDAD ACTUAL.

Siguiendo las previsiones de crecimiento del tráfico de contenedores en el puerto en los próximos años, se alcanzaría el 80% de la capacidad máxima del puerto en el año 2020, lo que supondría que el puerto movería un volumen de alrededor de 320.000 TEUs.

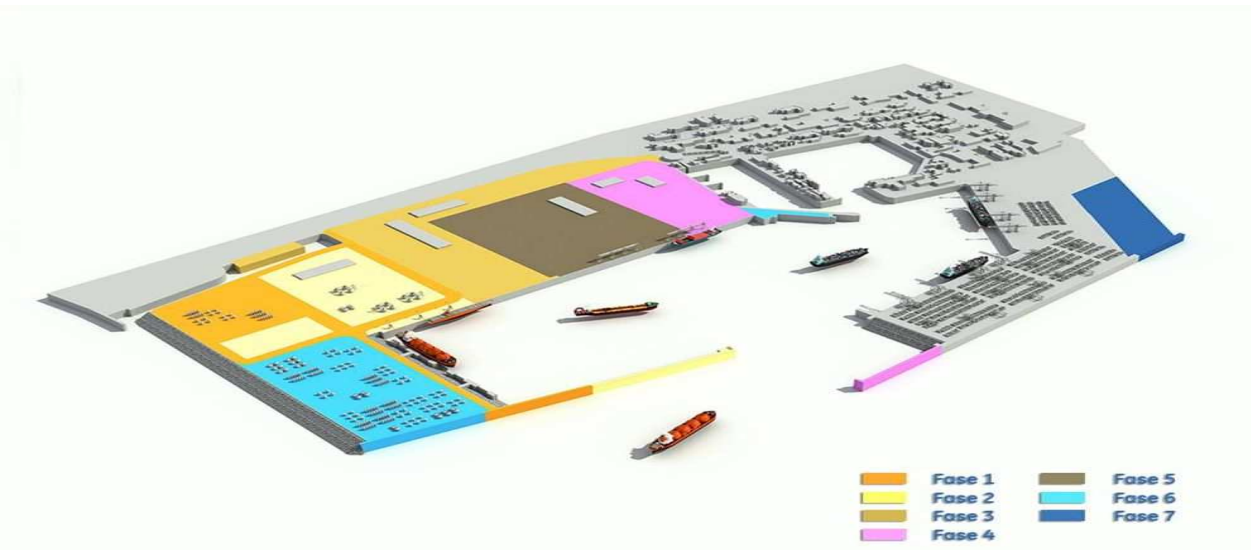
En el año 2020 la terminal actual del norte se considera que está fuera de mercado en cuanto a la oferta de infraestructura por los siguientes motivos:

- Se ha alcanzado el 80% de la capacidad máxima de la terminal y, se considera que, a partir de este porcentaje la terminal comenzará a contar con episodios de congestión y, por tanto, de un estándar de servicio bajo.
- El ancho de la terminal está limitado a 250 metros lo cual implica limitaciones de capacidad importantes en cuanto al patio.
- El calado del muelle está limitado a 12 metros, lo cual implica la limitación de acceso a la terminal de barcos de dimensiones mayores a Panamax . El puerto solamente dispone 1 atraque para barcos de 14 m de calado (Post Panamax). Esto impide notablemente el desarrollo del puerto, ya que se limita la posibilidad de entrada de barcos al puerto con capacidades mayores de 6000 TEUs.

Carga	Mercancia General en contenedor				
Modo	Marítimo				
Fuente	Elaboración propia y algunos datos de Port Reform Toolkit				
Buques	Eslora (m)	Manga (m)	Manga (TEUs)	Calado (m)	Capacidad (TEUs)
Panamax	290	32,2	13	13	hasta 4800
Post Panamax		43	16-17	13,5-14	6000 a 7000
Super Post Panamax		44-46	18-23	14-15	9.000-10.000
Future Designs (Malacca - Max)	400	60		21	18.000

2.3 NECESIDAD DE UNA NUEVA TERMINAL.

Por todos estos motivos se pretende buscar la solución a este problema de capacidad que impide que el puerto de Castellón se siga desarrollando y siga creciendo. La solución propuesta consiste en la utilización de los terrenos disponibles en la zona libre de la dársena sur del puerto.



En el Plan Director se contempla la posibilidad de construir una terminal especializada en esta parte del puerto, con un área superior a 45 hectáreas, aprovechando la creciente tendencia del tráfico de contenedores a nivel global, Castellón se asentaría entre los 10 primeros puertos del sistema portuario español.

Como principales ventajas de la construcción de esta nueva terminal específica de contenedores, podemos destacar que:

- La superficie está limitado solamente por longitud de atraque: La disposición de los terrenos, permite tener una gran superficie para no tener restricciones de capacidad por patio de contenedores. *Lo que implica que no habrá limitaciones de capacidad por patio y las restricciones siempre vendrán por motivos de longitud de atraque.*
- Se aumenta la profundidad de calado del atraque: A diferencia de las terminales del Norte, la nueva terminal

podrá dispondrá de un calado mayor y podrá acoger barcos de mayor tamaño, con mejores rendimientos en la terminal

- Agrupación de todas las líneas en una sola terminal : La nueva terminal sería de uso exclusivo para contenedores, a diferencia de las 2 terminales actuales que se dedican a otro tipo de mercancías a parte de los contenedores , debido a su condición de terminal polivalente. La implantación de la nueva terminal supondría el cese de las actividades de tráfico de contenedores en las terminales actuales, cuyas líneas serían desplazadas a la terminal nueva y se sumarán nuevas líneas captadas de otros puertos debido a la mejora de la oferta de infraestructuras del puerto.

La creación de esta nueva terminal con notables mejoras en cuanto a la oferta de instalaciones y servicios en el puerto servirá como reclamo para que una de las grandes navieras como CMA-CGM, se instale en el puerto y establecer en Castellón su base en el Mediterráneo ya que es de las pocas grandes compañías navieras que carece de ella.

CMA-CGM, de origen francés, es la tercera compañía mundial en cuanto a tráfico de contenedores, operando 200 rutas marítimas entre 400 puertos de 150 países diferentes. En el año 2013 la naviera movió 1.504.865 TEUs entre sus 428 buques su flota. Este número de contenedores representa el 8,5 % de la flota mundial.

En Junio de 2013, siguiendo la tendencia de otras grandes navieras de concentración del tráfico, Marsk Line, Mediterranean Company Shipping (MSC) y CMA-CGM anunciaron una gran alianza denominada P3. Unos meses más tarde, el acuerdo no se llevó a cabo y CMA-CGM fue excluida de la gran alianza. Finalmente en Julio de 2014 Maersk Line y MSC anunciaron un acuerdo para compartir buques durante los próximos 10 años en la región Asia-Europa que pasará a llamarse 2M. Maersk contribuirá con 110 buques con una capacidad de 1.200.000 TEUs , mientras que MSC aportará 75 buques con una capacidad de 900.000 TEUs.

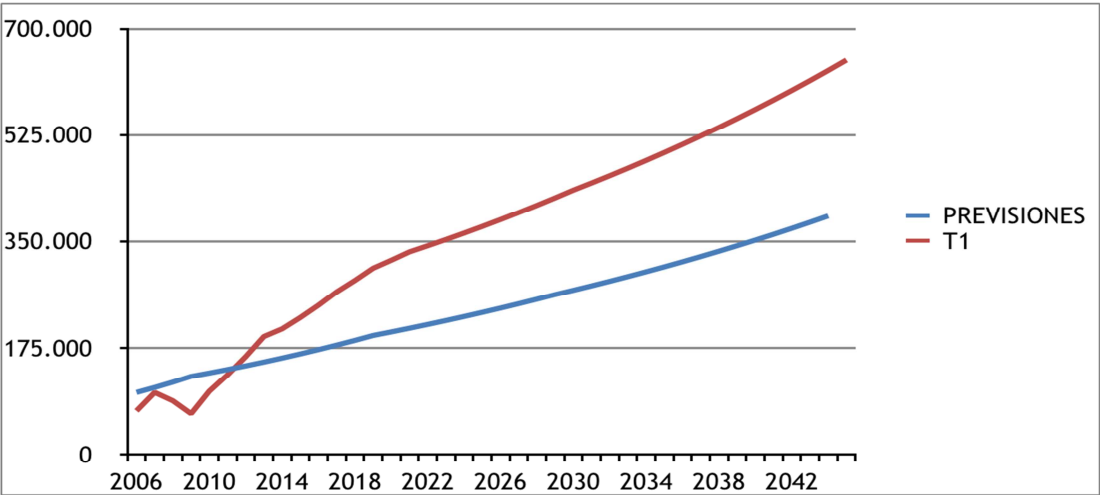
Esta alianza deja en clara desventaja a CMA-CGM, la naviera debe buscar un puerto en el mediterráneo donde no opere Maersk Line ni MSC. Puesto que las 2 grandes navieras disponen de terminales dedicadas en Algeciras (Maersk) y Valencia (MSC), Castellón reúne las características idóneas para que la naviera francesa se instale en el puerto a partir del 2020 coincidiendo con la inauguración de la nueva terminal de contenedores situada en la dársena Sur.

3 PROGNÓSIS DE TRÁFICO

3.1 3.1 TRÁFICO ACTUAL (T1)

Se prevé que en los próximos años el tráfico del puerto siga creciendo, aunque disminuyendo el crecimiento actual de manera progresiva. Esta parte del crecimiento, también conocida como crecimiento vegetativo, es el crecimiento que se espera siguiendo la tendencia actual en el tráfico marítimo de mercancías.

En el año 2014 el puerto de Castellón movió 206.551 TEUs, y las previsiones realizadas por Puertos del Estado van encaminadas hacia un crecimiento mayor en los próximos años. Estas previsiones coinciden con la tendencia al alza del tráfico marítimo internacional con un crecimiento esperado anual del 9 %. Con estas previsiones, la curva de crecimiento del puerto en los próximos años (T1), sería la que se muestra a continuación:



A continuación se recogen los datos recogidos hasta la fecha del tráfico actual del puerto, con las previsiones descritas anteriormente a partir del año 2020:

	Año	Crecimiento interanual tráfico de contenedores (OPPE) 2008	Tráfico previsto 2008	Crecimiento interanual tráfico de contenedores (OPPE)	T1 Tráfico actual
Actual	2006		71.660		71.660
	2007		101.929		101.929
	2008	8,01%	110.094		88.208
	2009	8,01%	118.912		67.075
	2010	8,01%	128.437		103.956
	2011	4,30%	133.960		130.963
	2012	4,30%	139.720		160.934
	2013	4,30%	145.728		193.969
	2014	4,30%	151.994		206.551
Tramitación	2015	4,30%	158.530	9,00%	225.141
	2016	4,30%	165.347	9,00%	245.403
	2017	4,30%	172.457	9,00%	267.490
Terminal futura en construcción	2018	4,30%	179.872	7,00%	286.214
	2019	4,30%	187.607	7,00%	306.249
Terminal futura en operación	2020	4,30%	195.674	4,30%	319.417
	2021	3,00%	201.544	4,30%	333.152

	2022	3,00%	207.590	3,00%	343.147
	2023	3,00%	213.818	3,00%	353.441
	2024	3,00%	220.233	3,00%	364.045
	2025	3,00%	226.840	3,00%	374.966
	2026	3,00%	233.645	3,00%	386.215
	2027	3,00%	240.654	3,00%	397.801
	2028	3,00%	247.874	3,00%	409.735
	2029	3,00%	255.310	3,00%	422.028
	2030	3,00%	262.969	3,00%	434.688
	2031	2,70%	270.069	3,00%	447.729
	2032	2,70%	277.361	2,70%	459.818
	2033	2,70%	284.850	2,70%	472.233
	2034	2,70%	292.541	2,70%	484.983
	2035	2,70%	300.440	2,70%	498.078
	Año	Crecimiento interanual tráfico de contenedores (OPPE) 2008	Tráfico previsto 2008	Crecimiento interanual tráfico de contenedores (OPPE)	T1 Tráfico actual
	2036	2,70%	308.551	2,70%	511.526
	2037	2,70%	316.882	2,70%	525.337
	2038	2,70%	325.438	2,70%	539.521
	2039	2,70%	334.225	2,70%	554.088
	2040	2,70%	343.249	2,70%	569.048
	2041	2,70%	352.517	2,70%	584.413
	2042	2,70%	362.035	2,70%	600.192
	2043	2,70%	371.810	2,70%	616.397
	2044	2,70%	381.849	2,70%	633.040
	2045	2,70%	392.159	2,70%	650.132
	2046			2,70%	667.685
	2047			2,70%	685.713
	2048			2,70%	704.227
	2049			2,70%	723.241

	2050			2,70%	742.769
--	------	--	--	-------	---------

3.2 EL “EFECTO CMA-CGM” (T2)

Con la llegada de la naviera CMA-CGM al Puerto de Castellón, se producirá un punto de inflexión en el tráfico de contenedores del puerto, ya que se espera un notable crecimiento del tráfico.

Este crecimiento está basado en la llegada al puerto de nuevas líneas de la naviera francesa, que permitirá conectar Castellón con nuevos destinos. Se esperan nuevas rutas con Asia, principalmente, y con América operadas por CMA-CGM, que aporten al puerto un mayor volumen de tráfico y le ayuden a consolidarse en los primeros puestos del sistema portuario español. El aumento del tráfico provocado por la naviera francesa es a lo que denominamos “efecto CMA-CGM”, y tendrá un impacto en el puerto del 50% de los TEUs que mueve Castellón, en cuanto a tráfico de *import-export* .

Al establecer en Castellón una terminal de gran capacidad operada por CMA-CGM y la aparición de las nuevas líneas, junto con la considerable mejora de la oferta de infraestructuras, se espera captar para el puerto nuevos tráficos atraídos por esta nueva terminal que podrá operar con grandes buques y que contará con nuevas instalaciones.

El crecimiento previsto de este nuevo tráfico se ha considerado con los mismos porcentajes que el crecimiento vegetativo, T1, cogidos a partir de las previsiones de Puertos del Estado.

Terminal futura en operación	Años	Año	Crecimiento interanual	T2 Efecto CMA-CGM
	1	2020		159.709
	2	2021	4,30%	159.710
	3	2022	3,00%	171.573
	4	2023	3,00%	176.721
	5	2024	3,00%	182.022
	6	2025	3,00%	187.483
	7	2026	3,00%	193.107
	8	2027	3,00%	198.901
	9	2028	3,00%	204.868
	10	2029	3,00%	211.014
	11	2030	3,00%	217.344
	12	2031	3,00%	223.864
	13	2032	2,70%	229.909
	14	2033	2,70%	236.116

	15	2034	2,70%	242.492
	16	2035	2,70%	249.039
	17	2036	2,70%	255.763
	18	2037	2,70%	262.668
	19	2038	2,70%	269.760
	20	2039	2,70%	277.044
	21	2040	2,70%	284.524
	22	2041	2,70%	292.206
	23	2042	2,70%	300.096
	24	2043	2,70%	308.199
	25	2044	2,70%	316.520
	26	2045	2,70%	325.066
	27	2046	2,70%	333.843
	28	2047	2,70%	342.856
	29	2048	2,70%	352.114
	30	2049	2,70%	361.621
	31	2050	2,70%	371.384

3.3 EL “EFECTO TRÁNSITO” (T3)

El puerto de Castellón históricamente ha basado su tráfico de contenedores en actividades de *import-export*, lo cual implica que el porcentaje de contenedores movidos en tránsito son insignificantes. Con la llegada de la nueva naviera, se prevé que esta tendencia cambie y que el número de contenedores de tránsito tenga un valor importante, sin llegar a ser una parte mayoritaria del tráfico global del puerto.

Para rentabilizar la explotación de la nueva terminal,es necesario por parte de CMA-CGM, la naviera que explotará esta nueva terminal, tener un porcentaje importante de contenedores en tránsito provenientes de otras rutas. El objetivo será utilizar esta terminal como punto para el cambio de barco de los contenedores.

En este caso, está previsto que la terminal alcance en los dos primeros años, progresivamente, los 200.000 TEUs de tránsito, un 30% de la operación de la terminal, atraído por la nueva oferta de la infraestructura.

El crecimiento en caso del tráfico de tránsito es sensiblemente menor, en torno al 2% como se pude obtener en la tabla adjunta.

	Año	Crecimiento interanual tráfico de contenedores (OPPE)	T3 Efecto tránsito
Terminal futura en operación	2020		100.000
	2021		200.000
	2022	1,80%	203.600
	2023	1,80%	207.265
	2024	1,80%	210.996
	2025	1,80%	214.793
	2026	1,80%	218.660
	2027	1,80%	222.596
	2028	1,80%	226.602
	2029	1,80%	230.681
	2030	1,80%	234.833
	2031	1,20%	237.651
	2032	1,20%	240.503
	2033	1,20%	243.389
	2034	1,20%	246.310
	2035	1,20%	249.266
	2036	1,20%	252.257
	2037	1,20%	255.284
	2038	1,20%	258.347
	2039	1,20%	261.448
	2040	1,20%	264.585
	Año	Crecimiento interanual tráfico de contenedores (OPPE) 2008	Tráfico previsto 2008
	2041	1,20%	267.760
	2042	1,20%	270.973
	2043	1,20%	274.225
	2044	1,20%	277.515
	2045	1,20%	280.846
	2046	1,20%	284.216

	2047	1,20%	287.626
	2048	1,20%	291.078
	2049	1,20%	294.571
	2050	1,20%	298.106

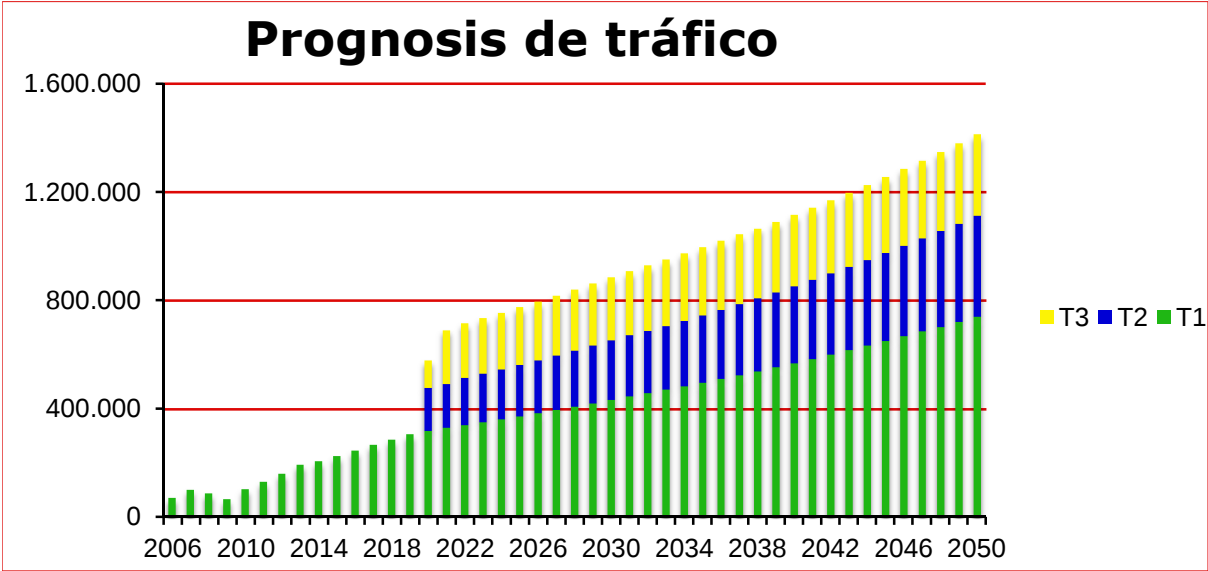
3.4 TRÁFICO TOTAL

A continuación se recogen los datos del tráfico total de contenedores del puerto, que corresponde a la suma de los 3 tipos de tráficos explicados anteriormente:

	Años	Año	T1 Tráfico actual TEUs	T2 Efecto CMA- CGM	T3 Efecto tránsito	Tráfico total
Actual		2006	71.660	-	-	71.660
		2007	101.929	-	-	101.929
		2008	88.208	-	-	88.208
		2009	67.075	-	-	67.075
		2010	103.956	-	-	103.956
		2011	130.963	-	-	130.963
		2012	160.934	-	-	160.934
		2013	193.969	-	-	193.969
		2014	206.551	-	-	206.551
	Años	Año	T1 Tráfico actual TEUs	T2 Efecto CMA- CGM	T3 Efecto tránsito	Tráfico total
		2015	225.141	-	-	225.141
		2016	245.403	-	-	245.403
Tramitación						

			2017	267.490	-	-	267.490
Terminal futura en construcción			2018	286.214	-	-	286.214
			2019	306.249	-	-	306.249
Terminal futura en operación	Fase 1	1	2020	319.417	159.709	100.000	579.126
		2	2021	333.152	159.710	200.000	692.862
		3	2022	343.147	171.573	203.600	718.320
		4	2023	353.441	176.721	207.265	737.427
		5	2024	364.045	182.022	210.996	757.063
		6	2025	374.966	187.483	214.793	777.242
		7	2026	386.215	193.107	218.660	797.982
		8	2027	397.801	198.901	222.596	819.298
	Fase 2	9	2028	409.735	204.868	226.602	841.206
		10	2029	422.028	211.014	230.681	863.722
		11	2030	434.688	217.344	234.833	886.866
		12	2031	447.729	223.864	237.651	909.245
		13	2032	459.818	229.909	240.503	930.230
		14	2033	472.233	236.116	243.389	951.738
		15	2034	484.983	242.492	246.310	973.785
		16	2035	498.078	249.039	249.266	996.382
		17	2036	511.526	255.763	252.257	1.019.545
		18	2037	525.337	262.668	255.284	1.043.289
		19	2038	539.521	269.760	258.347	1.067.629
		20	2039	554.088	277.044	261.448	1.092.580
	Fase 3	21	2040	569.048	284.524	264.585	1.118.158
		22	2041	584.413	292.206	267.760	1.144.379
		23	2042	600.192	300.096	270.973	1.171.261
		Años	Año	T1 Tráfico actual TEUs	T2 Efecto CMA- CGM	T3 Efecto tránsito	Tráfico total

	24	2043	616.397	308.199	274.225	1.198.820
	25	2044	633.040	316.520	277.515	1.227.075
	26	2045	650.132	325.066	280.846	1.256.043
	27	2046	667.685	333.843	284.216	1.285.744
	28	2047	685.713	342.856	287.626	1.316.196
	29	2048	704.227	352.114	291.078	1.347.419
	30	2049	723.241	361.621	294.571	1.379.433
	31	2050	742.769	371.384	298.106	1.412.259



4 LA SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

4.1.1 DEFINICIÓN DE CRITERIOS.

Para la configuración de las distintas alternativas, que posteriormente serán evaluadas a través del correspondiente análisis multicriterio, es necesario previamente establecer los criterios más significativos en la decisión final y que por yuxtaposición de los mismos se irán conformando las alternativas a evaluar.

A) Criterios constructivos.

(CONS 1) FASE ÚNICA. Consiste en plantear la construcción de la nueva Terminal en una única fase. Este criterio comporta una inversión inicial muy levada y los primeros años de vida útil de la terminal contará con una sobrecapacidad exagerada. Por el contrario, únicamente se movilizarán una vez los medios marítimos para su construcción (draga, cajonero, etc) lo cual comportará un ahorro en costes significativo.

(CONS 2) 3 FASES. Consiste en la construcción de la nueva Terminal en 3 fases, adecuándose al comportamiento de los tráficos previstos. La inversión inicial es menor y con capacidad de respuesta ante un eventual comportamiento de los tráficos distinto del previsto.

Por otra parte, los costes de movilización de medios marítimos y de estructura en la construcción se verán incrementados.

B) Criterios de Implantación de medios mecánicos.

(MED 1) IMPLANTACIÓN ÚNICA. Consiste en la implantación de todos los medios mecánicos necesarios para el funcionamiento de la Terminal en su año horizonte. Comporte una inversión muy levada, generando una sobrecapacidad importante y no permite adecuarse a los cambios tecnológicos que se irán produciendo en un futuro. Por el contrario, la partida de coste de transporte de los medios se ve optimizada.

(MED 2) IMPLANTACIÓN GRADUAL. Consiste en la implantación gradual de los medios mecánicos de acuerdo a las expectativas de crecimiento de los tráficos y tomando el criterio que será necesario acometer una nueva adquisición de medios cuando se alcancen con los tráficos reales en la Terminal el 80% de la capacidad de la misma en ese momento. Tiene como ventaja la adecuación entre capacidad y demanda y además permite contar con los avances tecnológicos en materia de medios mecánicos en un futuro.

C) Criterios de Tipología de medios.

En este criterio se van a tener en cuenta las distintas posibilidades que existen en el mercado para los equipos de patio de la Terminal en el subsistema de almacenamiento:

(TIP 1) Straddle Carriers: carretilla pórtico en forma de U invertida que eleva y transporta los contenedores entre sus patas a horcajadas, en dirección paralela a su desplazamiento, distribuyendo bien los pesos, siendo un medio de manipulación muy maniobrable, pudiendo elevar el contenedor a varias alturas. La doble función de traslación y elevación del contenedor permite el transporte horizontal, el apilado y la realización de operaciones de recepción y entrega en camiones, incluso puede emplearse para la carga y descarga de ferrocarriles, aunque no son las máquinas más adecuadas para esta operación.

La secuencia de operación es la siguiente: en la descarga del buque la grúa portacontenedores deposita el contenedor en el muelle y un *straddle carrier* lo recoge y lo lleva a la pila. Las operaciones de recepción y entrega terrestres se realizan en una zona de la terminal entre las puertas y el patio donde se posicionan los camiones externos. Los SCs trasladan los contenedores entre el patio y dicha zona.

En general, aunque las pilas formadas por SCs pueden alcanzar alturas de hasta 3 contenedores (3+1), la altura de

pila media con la que trabajan las terminales que usan estos equipos está comprendida entre 1,5 y 2 contenedores. El ancho de pila es de un contenedor. Habitualmente las pilas se disponen perpendiculares al muelle, con lo que se obtienen productividades mayores y un mejor aprovechamiento del espacio, aunque con un mayor riesgo de colisión entre vehículos. Por ello, algunas terminales han optado por colocar las filas de contenedores paralelas al muelle generando un flujo circular que evita el cruce de las trayectorias de los SCs. Sin embargo, de esta forma los recorridos realizados por los equipos son más largos.

Los *Straddle Carriers* presentan como ventajas que aprovechan mejor el espacio que los equipos anteriores, al igual que los contenedores están muy accesibles y son necesarias pocas remociones; sistema muy idóneo para terminales de tamaño medio, que manipulan entre 100000 y 400000 contenedores al año, que no requieren un uso intensivo de la superficie disponible. Sus mayores ventajas frente al resto de los equipos son su flexibilidad operativa y velocidad, así como su menor demanda laboral.

Sus principales inconvenientes son su limitación de altura de apilado, sus elevados costes de adquisición y mantenimiento y sus bajas posibilidades de automatización.

(TIP 2) RTG: siglas que corresponden a *Rubber Tyred Gantry Crane*. Se trata de dos grúas pórtico paralelos sobre neumáticos. Son grúas autopropulsadas que se desplazan siguiendo trayectorias rectilíneas sobre las pilas de contenedores que ellas mismas van formando entre sus patas. Las terminales que utilizan RTGs como equipo de almacenamiento suelen emplear como equipos de interconexión entre el muelle y el patio cabezas tractoras más plataformas, aunque también *reachstackers* y otros tipos de carretillas.

En el patio de una terminal de RTGs, las pilas formadas por estos equipos se disponen paralelos al muelle y separadas por una distancia suficiente para permitir el movimiento de los equipos de interconexión. Cada cierta distancia los bloques de contenedores se interrumpen para dar paso a viales de circulación que permiten el tráfico perpendicular a las pilas.

Los RTGs apilan los contenedores entre 3 y 5 alturas y trabajan sobre bloques de 6 o 7 filas de contenedores de ancho más un carril adicional por donde circulan tanto camiones internos como externos.

La secuencia de operación es la siguiente: para la descarga del buque la grúa de muelle descarga el contenedor sobre una plataforma o un vehículo de interconexión, desplazándose éste hacia el patio de la terminal. Allí el RTG descarga y posiciona el contenedor en la pila. La plataforma es liberada para que pueda ir a recibir otro contenedor en el muelle. La operación de carga del buque sigue el proceso inverso. En lo referente a la entrega o recogida de un contenedor, los camiones circulan por el carril adicional, se colocan al costado de la pila y esperan a que el pórtico realice la operación.

(TIP 3) RMG: sus siglas se refieren a *Rail Mounted Gantry Crane*; se trata de una grúa pórtico similar al RTG pero más ancho y más alto que se desplaza sobre raíles y no sobre viales. Además de utilizarse en terminales portuarias, se emplea en muchas terminales interiores (puertos secos) y en terminales ferroviarias. Las pilas de los patios de RMGs tienen una anchura de entre 8 y 12 contenedores o incluso mayor, y una altura de entre 4 y 5 contenedores. Este equipo se emplea en terminales con mucho tráfico y poco espacio, en terminales con un tráfico ferroviario importante y en terminales automatizadas.

Su secuencia de operación es la siguiente: las operaciones de carga y descarga de buques son iguales al RTG (salvo en el caso de que se trate de pórticos automáticos) y en la operación de entrega y recepción los RMGs suelen atender en la pila a los camiones externos, donde en este caso los vehículos circulan por viales que normalmente se disponen en el costado exterior de las patas de los RMG, por lo que las vigas de estos equipos sobresalen en voladizo para poder situar el *spreader* sobre los camiones.

Las ventajas que ofrece el RMG es el alto aprovechamiento de la superficie del patio, sus elevadas posibilidades de automatización al tener el movimiento de los pórticos menos grados de libertad que el de los RTG, su alta eficiencia energética o sus bajos costes de personal.

Como inconvenientes tiene que sobrecargan mucho la explanada con muy altos requisitos de pavimentación, sus muy elevados costes de adquisición y mantenimiento, su rigidez que dificulta su cambio en el *layout* y la ampliación de la terminal y su peso, consecuencia de su tamaño, mucho mayor que el resto de equipos, lo que le exige mayor resistencia de las cimentaciones.

D) Criterios de financiación.

(FIN 1) Financiación mixta. Consiste en la definición de un modelo de financiación donde la Administración Pública (en este caso la Autoridad Portuaria) corre a cargo de la inversión en infraestructura portuaria (muelle, dragado y relleno) y el concesionario (en este caso la Terminal de Contenedores) realiza la inversión en superestructura (pavimentación e instalaciones) y los equipos mecánicos. Es un modelo de financiación más habitual.

(FIN 2). Financiación privada. Consiste en un modelo privado totalmente, donde la Terminal de Contenedores corre a cargo de toda la inversión, tanto en infraestructura como en superestructura. Este modelo supone una inversión inicial muy fuerte que e ve compensada con una bonificación en las tasas a pagar a la Autoridad Portuaria.

4.1.2 GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS.

A partir de la combinación de los diferentes criterios analizados en el apartado anterior se configuran las siguientes alternativas:

ALTERNATIVA 1. (COSN1 + MED1 + TIP 1 + FIN1)

Se trata de la opción consistente en una única fase de construcción, con una implantación única de los medios mecánicos, con Straddle Carriers como elemento de almacenamiento en el patio y con un sistema de financiación mixto.

ALTERNATIVA 2. (CONS 1 + MED 1 + TIP2 + FIN 1)

Es similar a la anterior con el cambio de RTG por *Straddle Carriers* como elemento de almacenamiento.

ALTERNATIVA 3. (CONS1 + MED 1 + TIP 3 + FIN1)

Similar a la anterior con el cambio de RTG por RMG como elemento de almacenamiento de patio.

ALTERNATIVA 4.- (CONS2 + MED2 + TIP 2 + FIN1)

Se trata de una alternativa con la construcción en 3 fases, implantación gradual de medios mecánicos, con RTG como elemento de almacenamiento de patio y con un sistema de financiación mixta.

ALTERNATIVA 5. (CONS 2 + MED 2 + TIP 3 + FIN 1)

Se trata de una alternativa similar a la anterior pero con el cambio de RTG por RMG como elemento de almacenamiento de patio.

ALTERNATIVA 6. (CONS 2 + MED 2 + TIP 2 + FIN 2)

Es una alternativa similar a la alternativa 4 pero con el cambio de modelo de financiación, al pasar de público a privado en esta alternativa.

ALTERNATIVA 7. (CONS 1 + MED 2 + TIP 2 + FIN 1)

Es una alternativa con una única fase de construcción, con una implantación gradual de medios, con RTG como elemento de almacenamiento de patio y con un sistema de financiación mixta.

ALTERNATIVA 8. (CONS1 + MED 2 + TIP 3 + FIN 1)

Es una alternativa similar a la alternativa 7 pero con el cambio de RMG por RTG en el sistema de almacenamiento de patio.

ALTERNATIVA 9. (CONS1 + MED 2 + TIP + FIN 2)

Es una alternativa similar a la 7 pero con el cambio de financiación mixta a la financiación privada total.

4.1.3 CRITERIOS DE VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Los criterios de valoración que se tendrán en cuenta son los siguientes:

- 1.- Coste económico. (Inversión)
- 2.- Adecuación Oferta Demanda.
- 3.- Optimización superficie.
- 4.- Rentabilidad económica
- 5.- Adecuación tecnológica.
- 6.- Impacto ambiental.
- 7.- Flexibilidad en la explotación.

Los criterios de valoración tendrán un rango de puntuación entre 0 y 10. Considerando el 10 como que el criterio valorado tiene un efecto totalmente positivo en la alternativa seleccionada y 0 en caso de un efecto totalmente negativo.

4.1.4 MATRIZ MULTICRITERIO.

Una vez seleccionadas alternativa a valorar y determinados los criterios de valoración, se muestra a continuación la matriz multicriterio resultante tras el correspondiente proceso de valoración:

CRITERIOS	ALTERNATIVAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
COSTE ECONÓMICO	5	5	5	3	3	3	7	7	7
ADECUACIÓN OFERTA/DEMANDA	1	3	3	7	7	7	5	5	5
OPTIMIZACIÓN SUPERFICIE	3	5	5	7	5	7	9	7	9
RENTABILIDAD ECONÓMICA	3	3	1	7	5	3	7	5	3
ADECUACIÓN TECNOLÓGICA	3	5	5	7	7	7	7	7	7
IMPACTO AMBIENTAL	5	5	5	3	3	3	5	5	5
FLEXIBILIDAD EXPLOTACIÓN	3	5	3	7	5	7	7	5	7
PUNTUACIÓN TOTAL	23	31	27	41	35	37	47	41	43

La alternativa con mayor puntuación es la número 7 y que, por tanto, será la alternativa seleccionada, consistente en términos generales en la construcción en una única fase de una Terminal de contenedores con implantación gradual de medios mecánicos, con RTG como elemento de almacenamiento en patio y con un sistema de financiación mixto.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

La solución consiste en la creación de una nueva terminal exclusiva de contenedores a partir del año 2020 y con una vida útil de 50 años según se recoge en el anejo nº 5 *bases de cálculo*. La construcción de la infraestructura de dicha terminal se realizaría en una sola fase y estaría lista para comenzar su actividad en el año 2020. Sin embargo la utilización de los medios mecánicos se dividiría en 3 fases ya que durante los primeros años de la vida útil de la terminal el tráfico esperado no garantizaría la optimización de toda la superficie de la terminal.

Capacidad de la terminal

En cuanto al cálculo de la capacidad de la nueva terminal, se realiza mediante 2 métodos habituales, la menor capacidad de ambas será la limitante para poder diseñar la terminal. Los métodos que se han utilizado para calcular la capacidad son:

- Capacidad anual operativa en la línea de atraque
- Capacidad anual operativa de almacenamiento en patio

A continuación se describe brevemente la metodología de cálculo de ambos métodos:

- **Capacidad anual operativa en la línea de atraque:** $C=n \cdot p \cdot f \cdot h$

$N=$ Nº de grúas. Se prevén grúas para los grandes buques portacontenedores de nueva generación, en concreto las

dimensiones son *Súper Post-Panamax* para los cuales estará diseñada la nueva terminal. Este factor depende directamente de la longitud de la línea de atraque, ya que a mayor línea de atraque más puestos de atraque disponibles. Destacar que el número máximo de grúas que operan a la vez en un buque son 4 .

$P=$ Productividad media/grúa. La productividad media de las actuales grúas en el mercado es de 25 movimientos por grúa y hora. Como todas las grúas son iguales, la productividad no varía en las diferentes etapas.

$F=$ Factor de ocupación del muelle. Refleja el número de horas en el cual los puestos de atraque están ocupados entre el número de horas operativas de la terminal. Este factor se prevé que sea de 0,52 , 0,53 y 0,54 respectivamente a lo largo de las etapas. Se consiguen estos valores tan óptimos debido a que CMA-CGM será la operadora de la terminal y podrá planificar mejor la descarga de los buques, para que se consiga una optimización en la ocupación del muelle.

$H=$ Horas operativas de la terminal. La terminal operará todo el año excepto 4 días. En total son 361 días, durante todo el día, 24 horas, en jornadas de 6 horas. Esto hace un total de 8.664 horas anuales operativas de la terminal.

- **-Capacidad anual operativa de almacenamiento en patio:** $C=Capacidad\ estática \cdot rotación\ de\ la\ carga$

$Capacidad\ estática\ de\ almacenamiento=$ número de *slots**h (altura de apilamiento). Es el número de contenedores que caben en la terminal. Depende del número de slots o huellas en el patio, es decir, del número de huecos para contenedores de 6.15x2.5m, por la altura media de apilamiento que se disponga en la terminal.

La altura media de apilamiento es un buen indicador del nivel de ocupación de la terminal. La necesidad de realizar la terminal en varias etapas no se entiende sin el concepto de altura media de apilamiento nos marca el punto en el cual la terminal está llegando a niveles elevados de ocupación y es necesario realizar una ampliación de slots para rebajar dicha altura.

Concretamente en la primera etapa se dispone de 4.800 *slots* , y cuando se alcanza una altura media de apilamiento de 3 m , se amplía la terminal hasta los 7.200 slots. Posteriormente se vuelven a alcanzar los 3 m en la tercera fase y se vuelve a ampliar la terminal hasta alcanzar los 8.580 slots en la tercera fase.

$Rotación\ de\ la\ carga:$ 365 días/ estancia media de los contenedores en el patio. Refleja la media del número de contenedores que pueden llegar a ocupar cada posición del patio durante un año. En el puerto la estancia media de contenedores en el patio varía de 5 a 4,5 días según las etapas . La estancia media de los contenedores en el patio se va reduciendo según se amplía la terminal , debido a que cada vez se mueve mayor volumen de contenedores y para optimizar el tráfico, los contenedores están el menor tiempo posible en la terminal.

- **Capacidad máxima de la terminal**

Dado que en el puerto se pueda disponer de más terreno en el interior para la terminal, la limitación de la capacidad máxima nos vendrá impuesta por la capacidad en la línea de atraque en cada una de las etapas.

Dentro de esta alternativa, y con el objetivo de ir aumentando la capacidad en diferentes etapas para disminuir la cuantía de las inversiones, se irán añadiendo grúas progresivamente con las diferentes etapas hasta llegar a la capacidad máxima de la terminal en la tercera etapa.

A continuación, se muestra una tabla-resumen donde se recogen todos los cálculos que se han tenido en cuenta a la hora de calcular la capacidad de esta terminal :

	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
nº de grúas	6,00	8,00	10,00
productividad media por grúa	25,00	25,00	25,00
relación TEU/mov	1,50	1,50	1,50
factor de ocupación del muelle	0,52	0,53	0,54
horas operativas de la terminal	8.664,00	8.664,00	8.664,00
longitud del muelle	960,00	960,00	960,00
CAPACIDAD ANUAL OPERATIVA EN LA LINEA DE ATRAQUE	1.013.688,00	1.377.576,00	1.754.460,00
contenedores / hora / buque	100,00	100,00	100,00
TEUs anual / ml de muelle	1.055,93	1.434,98	1.827,56
TEUs anual / grúa de muelle	168.948,00	172.197,00	175.446,00
estancia media de los contenedores en el patio (días)	5,00	4,75	4,50
rotación de la carga	73,00	76,84	81,11
número de slots	4.800,00	7.200,00	8.580,00
altura media de apilado	3,00	3,00	3,00
área de almacenamiento en patio (hectáreas)	14,56	21,84	26,03
área total de la TERMINAL	28,20	41,20	47,70
capacidad estática	14.400,00	21.600,00	25.740,00
CAPACIDAD ANUAL OPERATIVA EN EL PATIO	1.051.200,00	1.659.789,47	2.087.800,00
TEUs / área del patio (TEUs/has)	988,79	988,79	988,79
TEUs anual / área de patio de la terminal (TEUs/has)	72.181,94	75.980,99	80.202,21

TEUs anual / área total de la terminal (TEUs/has)	37.276,60	40.286,15	43.769,39
CAPACIDAD ANUAL OPERATIVA	1.013.688,00	1.377.576,00	1.754.460,00

Tamaño buque, calado y grúas

Observando las tendencias del tráfico de contenedores, en los próximos años predominaran los buques de la clase *Súper Post-Panamax*. Dado que se busca una nueva terminal que se ajuste a las demandas actuales, la terminal se diseñará para acoger esta clase de buques.

Los buques de la clase *Súper Post-Panamax* se caracterizan por tener una eslora máxima de 350 metros, un calado máximo de 15 metros y una manga de 42 metros, contando con una capacidad máxima de 9.000 TEUs por buque.

BUQUE SUPER POST PANAMAX	
Eslora Total (L)	350 m
Calado Máximo (D)	15 m
Manga (B)	42 m
Capacidad	9000 TEUs
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	320 m
Desplazamiento	173.577 t
Puntal (T)	25,2 m
Francobordo (G)	10,2 m
Área frontal expuesta	1373,4 m2
Área lateral expuesta	7104 m2

El calado actual que tiene el puerto en la zona de maniobras es de 16 metros pero, dado que el calado máximo de esta clase de buques es de 15 metros y es necesario dejar un resguardo, por lo que se deberá dragar el puerto hasta la cota de 17 metros.

Para operar con esta clase de buques será necesario también grúas con un alcance suficiente para poder manipular contenedores en toda la manga de los buques. Se necesita por tanto grúas *Súper Post-Panamax*, grúas adaptadas a esta nueva clase de buques. Estas grúas cuentan con un alcance delantero de 47 metros y una altura bajo *el spreader* de 33 metros.

GRÚA SUPER POST-PANAMAX	
Alcance delantero	47 m
Distancia entre ejes	32m
Alcance trasero	25 m
Altura bajo spreader	33 m

El muelle cuenta con 960 metros en la línea de atraque. Teniendo en cuenta que la eslora total de esta clase de buques es de 350 metros y que es necesario disponer de un espacio entre dos buques atracados, el muelle cuenta con dos puestos de atraque.

A partir de estos datos, el muelle contará con 10 grúas *Súper Post-Panamax*, capaces de operar los buques que se esperan. En esta clase de buques operarán 4 grúas por buque, además de disponer de 2 grúas de reserva para caso de avería de alguna de ellas.

Accesos

Respecto a la ordenación de los viales para gestionar el tráfico de los camiones externos en la operativa de entrada y salida de la terminal, se considera que la mejor manera de solucionarlo es mediante dos rotondas situadas ambas en cada uno de los extremos de los viales exteriores de la terminal, tal y como se observa en el *layout* o en el plano número 7 de edificaciones "*Edificaciones. Accesos*". Para que no se congestione el tráfico antes de llegar a la rotonda, se decide crear una cola de espera en dos carriles que ocupe una distancia desde la rotonda que permite la entrada hasta las puertas de entrada y salida hasta estas puertas. Una vez los camiones acceden a las puertas de entrada y entran a la terminal, entregan el contenedor que llevaban y reciben un contenedor con su correspondiente carga para que los camiones vía terrestre lo distribuyan a su *hinterland*; para salir de la terminal acceden a las puertas de salida, se comprueba el estado del contenedor, la identificación de la matrícula de contenedor y del camión, la identificación del conductor, pesado del camión y comprobar los precintos. Una vez que sale de las puertas de salida, circulan por los dos carriles de sentido único y se dirigen hacia la otra rotonda.

Separadamente de los accesos para los camiones se encuentran los accesos de los vehículos ligeros, que da al parking del edificio de oficinas, a la cual se accede desde otra cola que viene desde otro vial que conecta las dos rotondas entre sí.

Puertas viarias

Se debe determinar por una parte el número de puertas de entrada y salida, y la longitud de la cola de espera. En lo que respecta al primer punto se considera por una parte que el número de puertas de entrada será mayor que las puertas de salida puesto que es mayor el tráfico *export* que *import* y deberá diseñarse de tal modo que facilite la fluidez del tráfico y la entrada y salida de los camiones de la terminal. Además, puesto que la demanda de tráfico (número de TEUs) irá creciendo a lo largo de los 30 años de la vida útil para la cual se ha proyectado la terminal, se adaptará el número de puertas conforme a dicho crecimiento. Para finalizar respecto a este punto citar que el número de TEUs que se tiene en cuenta en los cálculos es solamente el del tráfico import-export, debido a que el tráfico de transbordo carece de transporte terrestre y del subsistema de recepción y entrega.

Respecto a los cálculos:

- 1ª fase: tráfico import-export=696.153TEUs

Dado que la terminal opera 361días/año, los TEUs diarios son 1929, suponiendo que cada contenedor es de 2TEUs, se trataría de 965 contenedores y además se considera que los camiones trabajan 16 horas al día, por

lo que el número de contenedores por hora se trata de 61 y tomando como hipótesis que cada camión consume 3 minutos para la entrada. Por tanto en cada puerta operan por hora 20 contenedores; debido a que son 61 contenedores se requerirá de 4 puertas.

- 2ª fase: tráfico import-export=969654TEUs

Dado que la terminal opera 361días/año, los TEUs diarios son 2686, suponiendo que cada contenedor es de 2TEUs, se trataría de 1343 contenedores y además se considera que los camiones trabajan 16 horas al día, por lo que el número de contenedores por hora se trata de 84 y tomando como hipótesis que cada camión consume 3 minutos para la entrada. Por tanto en cada puerta operan por hora 20 contenedores; se requerirá de 5 puertas.

- 3ª fase: tráfico import-export=1299845TEUs

Dado que la terminal opera 361días/año, los TEUs diarios son 3601, suponiendo que cada contenedor es de 2TEUs, se trataría de 1801 contenedores y además se considera que los camiones trabajan 16 horas al día, por lo que el número de contenedores por hora se trata de 113 y tomando como hipótesis que cada camión consume 3 minutos para la entrada. Por tanto en cada puerta operan por hora 20 contenedores; se requerirá de 6 puertas.

En cuanto a las puertas de salida se deberá colocar un menor número que respecto a las puertas de entrada, por lo que las puertas de salida serán:

- 1ª fase: 2 puertas
- 2ª fase: 3 puertas
- 3ª fase: 3 puertas

Aplicando un coeficiente de seguridad para asegurarse de que las puertas garanticen una entrada y salida fluida, se incrementa el número de puertas ya que aunque ello supone un coste, a medio y largo plazo se evita un mayor número de costes y resulta rentable.

El número de puertas finales para la última fase es de 8 puertas de entrada y 4 de salida.

Por último, en cuanto a la longitud de cola de espera se trata, se determina mediante: número de camiones multiplicado por su longitud más una pequeña distancia de seguridad entre camiones. Como la longitud de cada camión es aproximadamente 13 metros y tomando como hipótesis 30 camiones de excedencia esta longitud es 390 metros lo que, añadiendo una pequeña distancia de seguridad se dimensiona una longitud de cola de espera de más o menos 430 metros.

Valencia, Junio 2.015

AUTORES DEL PROYECTO



Fdo. Roberto Arzo Martí



Fdo. Alejandro de San Juan Peiró



Fdo. Diego Martínez-Bernal Martí



Fdo. F. Roberto Ponce Nuévalos

