



TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores
automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante

Presentado por

Galindo Benito, Natalia María

Para la obtención del

Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Curso: 2020/2021

Fecha: Marzo 2021

Tutor: María Esther Gómez Martín

Cotutor: Gonzalo Tadeo Baciero Ruiz





AGRADECIMIENTOS

El camino hacia alcanzar lo soñado no ha sido un camino de rosas pero, aunque eso era algo que sabía desde antes de iniciar la universidad, nunca me detuvo en mi afán por ser algún día Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos. La alegría es inmensa. Ya casi puedo decir que lo he logrado.

Por esta razón, me parece que es la ocasión perfecta para recordar y dar las gracias a todas las personas que me han acompañado de la mano en este camino:

Al equipo docente que compone la Escuela de Caminos, Canales y Puertos de Valencia porque ellos son parte del motor, los que nos comparten sus enseñanzas y experiencias y nos forman para saber enfrentarnos al mundo real. Gracias a su pasión e ilusión en lo que hacen, han conseguido guiarnos hacia nuestro camino, porque en ellos vemos el reflejo de cómo querríamos ser.

A mis compañeros de batallas, a la otra parte del motor de la Escuela, con los que he reído y llorado a partes iguales, con los que he celebrado cada aprobado y con los que he compartido tantas horas de estudio.

A mi apreciada profesora y tutora de TFG y TFM Esther Gómez. Gracias infinitas por tu apoyo mostrado durante todos estos años. Gracias por confiar en mí y por ayudarme en todo lo que te he pedido (que no ha sido poco). Gracias por mostrar tanta pasión, ilusión y esfuerzo en todo lo que haces. Eres un ejemplo a seguir para muchos de nosotros, pero en especial para mí.

A mi tutor de TFM, Gonzalo Baciero, director de explotación de Terminales Marítimas del Sureste en el Puerto de Alicante y al resto de personal de TMS. Ha sido un privilegio estar con vosotros durante 10 meses en la que ha sido mi primera experiencia en obra portuaria. He aprendido muchísimo y he disfrutado aún más. Muchísimas gracias por haberme dado la oportunidad de vivir tan de cerca la construcción de la ampliación de la terminal y por haberme considerado una más desde el primer día que pisé TMS.

Y por último, quiero agradecer de forma muy especial a mi familia. Gracias por apoyarme durante el camino, por sufrir mis fracasos (o enseñanzas) y celebrar mis éxitos, por hacerme ver “que el mundo no se hizo en un día” y que no pasaba nada si algo no salía como esperaba. Sin vosotros y sin vuestra paciencia, nada hubiera sido posible. Gracias por ayudarme a alcanzar mi sueño. Espero estar a la altura de lo que mi profesión exige.

Gracias a todos

Valencia, marzo de 2021

Natalia M.ª Galindo Benito



RESUMEN

Los puertos constituyen un punto estratégico importante para la realización del transporte logístico tanto terrestre como marítimo. En concreto, el tráfico de contenedores representa el 17,1% del comercio marítimo total. La tendencia a la automatización de las terminales de contenedores sigue al alza, desde que, en 1993, la terminal ECT del puerto de Rotterdam abriera el camino a la búsqueda de puertos más sostenibles y más eficientes, mejorando la capacidad de la terminal, disminuyendo el consumo de energía de los equipos y aumentando la seguridad. Tras 27 años, el desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica junto con la demanda del desarrollo del mercado marítimo, ha conseguido que 50 terminales de contenedores del mundo ya hayan automatizado gran parte de los subsistemas.

Los principales beneficios que aporta la automatización es la reducción de costes por contenedor manipulado, ya que el personal necesario se reduce considerablemente, se aumenta la fiabilidad, la previsibilidad y la seguridad en las operaciones. Además, disminuye la huella de carbono emitida por el puerto al mejorar y optimizar los procesos y gracias al uso de maquinaria eléctrica. La automatización ayuda a optimizar las operaciones a escala global, minimizando la operación de la máquina, los desplazamiento en vacío, remociones, etc., lo que afecta directamente a la reducción del consumo de energía.

El objeto de este proyecto se centra en realizar el diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores automatizada en el Muelle 19 de la Dársena Sur del Puerto de Alicante, con el fin de captar un mayor tráfico de contenedores tanto *import/export* como de transbordo, obteniendo rendimientos más eficientes que los actuales y utilizando menos recursos de mano de obra operativa. Para ello se analizan entre otros aspectos: la oferta y demanda, la evolución del tráfico de contenedores, el buque de proyecto, los niveles de automatización, las capacidades de los distintos subsistemas de la terminal (puerta marítima, almacenamiento, interconexión y puerta terrestre), el diseño en planta y alzado de la línea de atraque en función del buque de proyecto y las grúas de muelle, el dimensionamiento del patio de almacenamiento, el subsistema de interconexión, así como las necesidades de accesos terrestres, entre otros. Además, se realiza un estudio económico para conocer la viabilidad de este tipo de terminal y si permitirá un ahorro de costes de explotación suficiente para obtener mayores beneficios que una terminal convencional.

Palabras clave: puerto, terminal, automatizada, Alicante, muelle, contenedor, grúa, ASC, transporte.



ABSTRACT

Ports are an important strategic point for the realization of both land and sea logistics transport. Specifically, container traffic represents 17.1% of total maritime trade. The trend towards the automation of container terminals continues to rise, since, in 1993, the ECT terminal of the port of Rotterdam opened the way to the search for more sustainable and efficient ports, improving the capacity of the terminal, reducing the energy consumption of equipment and increasing safety. After 27 years, the development of science and technological innovation together with the demand of the development of the maritime market, has achieved that 50 container terminals in the world have already automated a large part of the subsystems.

The main benefits of automation is the reduction of costs per container handled, since the necessary personnel is considerably reduced, reliability, predictability and safety in operations are increased. In addition, it reduces the carbon footprint emitted by the port by improving and optimizing processes and thanks to the use of electrical machinery. Automation helps to optimize operations on a global scale, minimizing machine operation, idling, removals, etc., which directly affects the reduction of energy consumption.

The purpose of this project is to carry out the technical design of an automated container port terminal at Pier 19 of the South Dock of the Port of Alicante, in order to capture greater container traffic, both import / export and transshipment, obtaining more efficient yields than the current ones and using fewer resources of operational manpower. For this, among other aspects, the following are analyzed: supply and demand, the evolution of container traffic, the project ship, the levels of automation, the capacities of the different subsystems of the terminal (maritime gate, storage, interconnection and land gate), the plan and elevation design of the mooring line based on the project ship and the quay cranes, the sizing of the storage yard, the interconnection subsystem, as well as the needs for land accesses, among others. In addition, an economic study is carried out to determine the viability of this type of terminal and whether it will allow sufficient operating cost savings to obtain greater benefits than a conventional terminal.

Keywords: port, terminal, automated, Alicante, dock, container, crane, ASC, transport



RESUM

Els ports constitueixen un punt estratègic important per a la realització del transport logístic tant terrestre com marítim. En concret, el trànsit de contenidors representa el 17,1% del comerç marítim total. La tendència a l'automatització de les terminals de contenidors segueix a l'alça, des que, en 1993, la terminal *ECT del port de Rotterdam obrira el camí a la cerca de ports més sostenibles i més eficients, millorant la capacitat de la terminal, disminuint el consum d'energia dels equips i augmentant la seguretat. Després de 27 anys, el desenvolupament de la ciència i la innovació tecnològica juntament amb la demanda del desenvolupament del mercat marítim, ha aconseguit que 50 terminals de contenidors del món ja hagen automatitzat gran part dels subsistemes.

Els principals beneficis que aporta l'automatització és la reducció de costos per contenidor manipulat, ja que el personal necessari es redueix considerablement, s'augmenta la fiabilitat, la previsibilitat i la seguretat en les operacions. A més, disminueix la petjada de carboni emesa pel port en millorar i optimitzar els processos i gràcies a l'ús de maquinària elèctrica. L'automatització ajuda a optimitzar les operacions a escala global, minimitzant l'operació de la màquina, els desplaçament en buit, remocions, etc., el que afecta directament la reducció del consum d'energia.

L'objecte d'aquest projecte se centra en realitzar el disseny tècnic d'una terminal portuària de contenidors automatitzada en el Moll 19 de la Dàrsena Sud del Port d'Alacant, amb la finalitat de captar un major trànsit de contenidors tant *import/*export com de transbord, obtenint rendiments més eficients que els actuals i utilitzant menys recursos de mà d'obra operativa. Per a això s'analitzen entre altres aspectes: l'oferta i demanda, l'evolució del trànsit de contenidors, el vaixell de projecte, els nivells d'automatització, les capacitats dels diferents subsistemes de la terminal (porta marítima, emmagatzematge, interconnexió i porta terrestre), el disseny en planta i alçat de la línia d'atraca en funció del vaixell de projecte i les grues de moll, el dimensionament del pati d'emmagatzematge, el subsistema d'interconnexió, així com les necessitats d'accés terrestres, entre altres. A més, es realitza un estudi econòmic per a conèixer la viabilitat d'aquesta mena de terminal i si permetrà un estalvi de costos d'explotació suficient per a obtindre majors beneficis que una terminal convencional.

Paraules clau: port, terminal, automatitzada, Alacant, moll, contenidor, grua, ASC, transport.



ÍNDICE GENERAL

+ MEMORIA.....	pág. 13
+ ANEXO “RELACIÓN DEL TFM CON LOS ODS 2030”	pág. 307
+ ANEJOS.....	pág. 315



ÍNDICE MEMORIA

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	1
RESUMEN	4
ABSTRACT.....	6
RESUM.....	8
ÍNDICE MEMORIA.....	1
1. Introducción	13
1.1 Importancia de los puertos en el transporte	13
1.2 Evolución del contenedor en el transporte marítimo a nivel mundial	16
1.3 ¿Cómo ha afectado el COVID-19 al sistema portuario?.....	20
2. Objeto de estudio.....	26
3. Antecedentes	27
3.1 Breve historia del puerto de Alicante	27
3.2 Características generales del puerto de Alicante.....	35
3.2.1. Usos actuales de los muelles.....	35
3.2.2. La red viaria	38
3.3 Terminales de contenedores.....	40
3.3.1. Subsistemas de la terminal	40
3.3.2. Grúas de descarga de contenedores STS	47
3.3.3. Equipos de almacenamiento y transporte horizontal de contenedores	50
4. Análisis de la situación actual.....	61
4.1 Terminal de la concesionaria TMS	61
4.1.1. Estudio de mercado.....	61
4.1.2. Obras de ampliación de la terminal 2020	79
4.1.3. ¿Por qué desarrollar una terminal de contenedores automatizada?	89
4.2 Pasado, presente y futuro de la automatización de terminales de contenedores.....	93
4.3 Terminales de contenedores automatizadas en el mundo.....	95
5. Terminales de contenedores convencionales y automatizadas	102
5.1 Mejora de la eficiencia gracias a la automatización	102
5.2 Niveles de automatización	105
5.3 Automatización por subsistemas	106
5.3.1. Diseño en planta de las terminales automatizadas	106
5.3.2. Automatización en el subsistema línea de atraque	109



5.3.3.	Automatización en el subsistema de almacenamiento en el patio	119
5.3.4.	Automatización en el subsistema de interconexión	126
5.3.5.	Automatización en el subsistema de recepción/entrega.....	130
5.4	Metodología de automatización de TPCs.....	135
5.5	Contribución a la sostenibilidad ambiental.....	138
6.	Indicadores de productividad, nivel de servicio y capacidad en las terminales portuarias	155
6.1	La medición del rendimiento en los puertos.....	155
6.2	Productividad	161
6.3	Nivel de servicio	164
6.4	Capacidad	168
6.4.1.	Métodos de medición	168
6.4.2.	Capacidad de la línea de atraque	171
6.4.3.	Capacidad del subsistema de almacenamiento	179
7.	Diseño técnico de la terminal.....	187
7.1	Alternativas de distribución en planta del Muelle 19	187
7.2	Requerimientos en alzado.....	191
7.3	Diseño en planta	195
7.3.1.	Subsistema de la línea de atraque	195
7.3.2.	Subsistema del patio de almacenamiento	205
7.3.3.	Subsistema de interconexión	214
7.3.4.	Subsistema de recepción/entrega	221
7.4	Accesos viarios a la terminal de contenedores	225
7.5	Trazado del ferrocarril en la nueva terminal automatizada	227
7.6	Instalaciones auxiliares	228
7.6.1.	Oficinas.....	228
7.6.2.	Taller de mantenimiento y reparación.....	228
7.6.3.	Área de inspección aduanera	228
7.7	Obra civil necesaria	230
7.7.1.	Ejecución de la infraestructura	230
7.7.2.	Ejecución de la superestructura	233
7.8	Contribución a la reducción de emisiones de CO ₂	236
8.	Viabilidad económica	238
8.1.	Introducción	238
8.2.	Tarifas e ingresos.....	240
8.3.	Inversión (<i>Capital Expenditure</i>).....	243



A.	Inversión en construcción	243
B.	Inversión en equipos	246
C.	Gestión	247
8.4.	Personal.....	248
8.5.	Gastos de operación (<i>Operational Expenditure</i>).....	251
A.	Energía.....	251
B.	Seguros	251
C.	Mantenimiento y conservación de la infraestructura y superestructura	251
D.	Mantenimiento de los equipos	252
E.	Gastos generales	252
8.6.	Tasas portuarias	254
A.	Tasa por la ocupación privativa del Dominio Público Portuario	254
B.	Tasa por actividades comerciales, industriales y de servicios en el Dominio Público Portuario	257
8.7.	Costes por contenedor según la terminal	259
A.	Terminal convencional	259
B.	Terminal automatizada	260
8.8.	Obtención del Margen Operativo Bruto	261
8.9.	Distribución anual de las inversiones.....	266
8.10.	Amortización anual	271
8.11.	Deuda	273
8.12.	Cuenta de Pérdidas y Ganancias y flujo de fondos para el servicio de la deuda ..	276
8.13.	Cálculo del Balance, VAN, TIR Y Periodo de retorno de la inversión	279
8.14.	Conclusiones del estudio económico.....	287
9.	Conclusiones.....	289
10.	Referencias.....	291



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de los muelles situados en el Puerto de Alicante.	36
Tabla 2. Tipos de grúas para contenedores	49
Tabla 3. Resumen de tipología de carretillas.	54
Tabla 4. Caracterización de la operativa de la terminal según tipología de equipamiento de patio empleada.....	60
Tabla 5. Evaluación competitiva de las rutas OPE entre España y Argelia.....	69
Tabla 6. Distancias a los principales puertos para pasajeros a las Islas Baleares	71
Tabla 7. Resumen del Artículo 82 LPMM	91
Tabla 8. Lista de terminales automatizadas y semiautomatizadas hasta 2019.	96
Tabla 9. Ventajas y desventajas de los PTC automatizados.....	104
Tabla 10. Tabla comparativa de los sistema de amarre.....	116
Tabla 11. Sistema de indicadores para la consecución del objetivo de "Mejora de la Eficiencia Energética"	140
Tabla 12. Categorías de medición, indicadores tipo y unidades.....	157
Tabla 13. Recursos a emplear en el cálculo de la eficiencia	158
Tabla 14. Recursos según subsistema de la terminal para calcular la productividad	161
Tabla 15. Relación entre tamaño de escala y productividad.	163
Tabla 16. Propuesta de Niveles de Servicio para terminales intermodales.....	165
Tabla 17. Propuesta de niveles de servicio para el subsistema de carga y descarga de buques o de línea de atraque	166
Tabla 18. Niveles de servicio para el caso M/E4/2 y atraque de 300 m (Productividad por línea de atraque en TEU/metro).....	167
Tabla 19. Capacidad de la línea de atraque según tipos de atraque	172
Tabla 20. Propuesta ROM 2.1 para el cálculo de los resguardos en planta para línea de atraque	173
Tabla 21. Recomendaciones para la tasa de ocupación admisible (Φ) en función del número de atraques y del sistema para terminales de contenedores ($T_e/T_s=0,05$; $T_e/T_s=0,10$ y $T_e/T_s=0,20$)	176
Tabla 22. Capacidad anual por metro de línea de atraque en función del tipo de tráfico, de la productividad de buque atracado y del número de atraques, para atraques de 300 metros.	178
Tabla 23. Densidad superficial según autor y equipo de almacenamiento	182
Tabla 24. Valores de la capacidad estática de almacenamiento del patio de contenedores según el equipo.....	183
Tabla 25. Densidad del sistema, internalizando la altura de apilado, según autor y tipo de almacenamiento	184
Tabla 26. Densidad superficial, altura operativa media de apilado y capacidad estática de las terminales de contenedores según el tipo de equipo de almacenamiento	185
Tabla 27. Distribución de esloras para el tráfico actual de TMS.....	191
Tabla 28. Formulación simplificada para la estimación del calado del atraque	193
Tabla 29. Datos del buque tipo de mayor eslora que podría atracar en Muelle 19	193
Tabla 30. Características técnicas Grúa Post Panamax de Liebherr.....	197
Tabla 31. Cálculo del número de atraques (n)	201
Tabla 32. Obtención del factor de conversión contenedor-TEU de los años 2016,2017 y 2018.	202



Tabla 33. Cálculo de la productividad por atraque para la terminal de contenedores del Muelle 23.....	203
Tabla 34. Capacidad por línea de atraque para la terminal del Muelle 19 en Fase principal... ..	203
Tabla 35. Especificaciones técnicas de las grúas ASC de Kalmar	206
Tabla 36. Tráfico de contenedores vacíos y llenos en 2018 en el Puerto de Alicante	208
Tabla 37. Capacidad en el subsistema de almacenamiento para la Fase principal.	208
Tabla 38. Relación entre el tiempo de estancia de los contenedores y la capacidad de almacenamiento (Fase principal)	209
Tabla 39. Capacidad en el subsistema de almacenamiento para la Fase secundaria.....	210
Tabla 40. Relación entre el tiempo de estancia de los contenedores y la capacidad de almacenamiento (Fase secundaria)	211
Tabla 41. Capacidad por línea de atraque modificada para la terminal del Muelle 19 en Fase principal.....	213
Tabla 42. Características técnicas del AutoShuttle de Kalmar.	214
Tabla 43. Características técnicas más importantes del Shuttle Carrier FSH 240 KALMAR.....	215
Tabla 44. Ingresos generados de la actividad de la terminal.	240
Tabla 45. Resumen de los ingresos generados al Concesionario por la actividad de la terminal.	240
Tabla 46. Inversión en construcción para la terminal automatizada.....	243
Tabla 47. Inversión en construcción para la terminal convencional.....	244
Tabla 48. Costes de los equipos, plazo de amortización y coste horario de energía para la terminal automatizada.	246
Tabla 49. Costes de los equipos, plazo de amortización y coste horario de energía para la terminal convencional.	246
Tabla 50. Coste y vida útil de los equipos y herramientas de gestión.	247
Tabla 51. Incremento del coste básico en función del dimensionamiento del patio.	247
Tabla 52. Costes del personal de la terminal	249
Tabla 53. Consumo energético de cada grúa o equipo.....	251
Tabla 54. Costes de mantenimiento de los equipos de la terminal.....	252
Tabla 55. Gastos generales incurridos por la terminal.....	252
Tabla 56. Resumen del tipo de gravamen para la tasa de ocupación.....	255
Tabla 57. Criterios y límites para la fijación del tipo de gravamen (Artículo 188 LPEMM).....	258
Tabla 58. Coste por contenedor en la terminal convencional en Fase principal	259
Tabla 59. Coste por contenedor en la terminal automatizada para la Fase principal.	260
Tabla 60. Margen operativo bruto de la terminal convencional para los primeros 4 años.....	261
Tabla 61. Margen operativo bruto de la terminal convencional para los últimos 4 años.	262
Tabla 62. Margen operativo bruto de la terminal automatizada para los primeros 4 años.....	263
Tabla 63. Margen operativo bruto de la terminal automatizada para los últimos 4 años.	264
Tabla 64. Años de amortización para cada equipo según terminal.	266
Tabla 65. Suposiciones según el incremento del valor anual de la maquinaria.	266
Tabla 66. Inversiones en equipos de la terminal convencional. Años 1-4.	267
Tabla 67. Inversiones en equipos de la terminal convencional. Años 14-17.	268
Tabla 68. Inversiones en equipos de la terminal automatizada. Años 1-4.	269
Tabla 69. Inversiones en equipos de la terminal automatizada. Años 14-17.	270
Tabla 70. Cálculo de la amortización para la terminal convencional. Años 1-4.....	271
Tabla 71. Cálculo de la amortización para la terminal convencional. Años 14-17.....	271
Tabla 72. Cálculo de la inversión y amortización para la terminal automatizada. Años 1-4. ...	272
Tabla 73. Cálculo de la inversión y amortización para la terminal automatizada. Años 14-17.	272



Tabla 74. Cálculo de la Deuda en la terminal convencional. Años 1-4.	273
Tabla 75. Cálculo de la Deuda en la terminal convencional. Años 14-17.	274
Tabla 76. Cálculo de la Deuda en la terminal automatizada. Años 1-4.....	274
Tabla 77. Cálculo de la Deuda en la terminal automatizada. Años 14-17.....	275
Tabla 78. Cuenta de resultados y flujo de fondos para el servicio de la deuda en la terminal convencional. Años 1-4 y 14-17.	277
Tabla 79. Cuenta de resultados y flujo de fondos para el servicio de la deuda en la terminal automatizada. Años 1-4 y 14-17.	278
Tabla 80. Balance, TIR y Periodo de retorno de la inversión en la terminal convencional para los primeros 4 años.....	280
Tabla 81. Balance, TIR y Periodo de retorno de la inversión en la terminal convencional para los últimos 4 años.	281
Tabla 82. Balance, TIR y Periodo de retorno de la inversión en la terminal automatizada para los primeros 4 años.....	283
Tabla 83. Balance, TIR y Periodo de retorno de la inversión en la terminal automatizada para los últimos 4 años.	284



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Evolución de los buques portacontenedores desde 1968 hasta 2018.....	14
Ilustración 2. Malcom McLean, el padre del contenedor.	16
Ilustración 3. Algunos tipos de contenedores marítimos.	19
<i>Ilustración 4. Tablero COVID-19 por el Centro de Ciencia e Ingeniería de Sistemas (CSSE) de la Universidad Johns Hopkins (JHU) actualizado a 12/01/2021.....</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 5. Número de casos y muertes por el COVID-19 en Europa a 8 de enero de 2021</i>	<i>23</i>
Ilustración 6. Recreación del embarcadero ibérico del Tossal de les Basses.....	27
Ilustración 7. Alicante nuevamente fortificada.....	28
Ilustración 8. Puerto de Alicante en el siglo XVIII.....	29
Ilustración 9. Puerto de Alicante.....	30
Ilustración 10. Vista general del Puerto de Alicante.....	31
Ilustración 11. Vista aérea del Puerto de Alicante durante los bombardeos en la Guerra Civil. 32	
Ilustración 12. Construcción de la dársena sur del Puerto de Alicante.	34
Ilustración 13. Plano del puerto de Alicante.....	35
Ilustración 14. Plano de accesos terrestres.....	38
Ilustración 15. Plano de comunicaciones internas.....	39
Ilustración 16. Subsistemas de una terminal de contenedores.....	40
Ilustración 17. Subsistema de carga-descarga en Muelle 23 de TMS.....	41
Ilustración 18. Subsistema de atraque, interconexión y almacenamiento.....	43
Ilustración 19. Puertas de acceso a Barcelona Europe South Terminal.....	44
Ilustración 20. RMG sobre vía férrea.	45
Ilustración 21. Reachstacker manipulando contenedores en vía férrea.....	45
Ilustración 22. Evolución del tamaño de los buques portacontenedores.....	47
Ilustración 23. Grúa de muelle.....	48
Ilustración 24. Cabeza tractora y plataforma de la compañía MAFI.....	50
Ilustración 25. Patio de almacenamiento sobre plataformas. APM Terminal-Jacksonville.....	51
Ilustración 26. Ejemplo de forklift en la terminal semiautomatizada Barcelona Europe South Terminal (BEST).....	52
Ilustración 27. Ejemplo de disposición de un patio de almacenamiento mediante carretillas elevadoras.....	53
Ilustración 28. Ejemplo de reachstacker de Hyster.....	54
Ilustración 29. Ejemplo de patio de almacenamiento mediante Straddle Carrier.....	55
Ilustración 30. Straddle carriers.....	56
Ilustración 31. Ejemplo de sistemas RTGs.....	57
Ilustración 32. Ejemplo de una terminal RTG.....	58
Ilustración 33. Grúa pórtico para contenedores AR-RMG.....	59
Ilustración 34. Planta usos terminal de TMS en dársena sur.....	62
Ilustración 35. Vista aérea de la Terminal de Pasajeros de TMS.....	67
Ilustración 36. Análisis de los pasajeros OPE (2018).....	68
Ilustración 37. Operaciones actuales de CIMSА en España.....	73
Ilustración 38. Cemento blanco en España (en miles de t) y capacidad instalada de cemento blanco por país (2018).....	74
Ilustración 39. Instalaciones para tráfico RoRo en TMS.....	75
Ilustración 40. Área de fabricación de automóviles.....	76
Ilustración 41. Instalaciones diésel futuras.....	77



Ilustración 42. Planta localización de las obras ejecutadas en 2020	79
Ilustración 43. Trazado ferroviario en acceso a la Terminal de TMS.	81
Ilustración 44. Trazado ferroviario en la zona de actuación previo a las obras de 2020.	81
Ilustración 45. Planta de las vías ferroviarias previo al proyecto de ampliación. Desvíos 3 y 4 .	82
Ilustración 46. Planta de las vías ferroviarias tras obras de ampliación. Desvío 4 y Desvío 3 modificado.	83
Ilustración 47. Planta tacón RORO en esquina entre los Muelles 19 y 21	84
Ilustración 48. Sección tacón RORO entre los Muelles 19 y 21.....	84
Ilustración 49. Planta nueva plataforma en Muelle 19.....	85
Ilustración 50. Modelo viga pilotada para cimentación del carril de la grúa STS lado tierra.....	86
Ilustración 51. Muelle 23 previo a las obras de la Actuación 4.....	87
Ilustración 52. Muelle 23 tras las obras de la Actuación 4.....	87
<i>Ilustración 53. Impactos y características del 5G en los puertos</i>	<i>95</i>
Ilustración 54. ECT Delta Terminal en el puerto de Róterdam.	98
Ilustración 55. Terminal TTI Algeciras	99
Ilustración 56. Terminal BEST en el Puerto de Barcelona.	100
Ilustración 57. Victoria International Container Terminal (VICT) en Melbourne, Australia.	101
Ilustración 58. Terminal Qingdao New Qianwan Container.	101
Ilustración 59. Diagrama esquemático del diseño típico en las terminales de contenedores automáticas.....	106
Ilustración 60. El diagrama de disposición del área de intercambio en tierra (LE).....	107
<i>Ilustración 61. Diagrama de disposición del área de intercambio en el lado mar (SE)</i>	<i>108</i>
<i>Ilustración 62. Diagrama de disposición de la zona buffer y el área de operación de la grúa de muelle.....</i>	<i>108</i>
<i>Ilustración 63. Diagrama de disposición del carril de conducción de los camiones externos (OT)</i>	<i>109</i>
Ilustración 64. Sistema Shoretension.....	111
Ilustración 65. Vagón semiautomático. TTS Group.....	112
Ilustración 66. Ejemplo de sistema MoorMaster™ instalado en Helsinki en 2016	112
Ilustración 67. MoorMaster System.....	113
Ilustración 68. Intelligent Dock Locking System by Mampaey.....	114
Ilustración 69. Quick Release Mooring Hook en Sao Luís Brazil. Mampaey	115
Ilustración 70. LED Screen Quick Release Hooks (QRK) by Mampeay	115
Ilustración 71. Double Trolley Quay Cranes.....	117
Ilustración 72. Spreader Bromma Tandem E ³	118
Ilustración 73. ASCs. OneTerminal en VICT Melbourne Australia.....	119
Ilustración 74. Kalmar ASC System.....	120
Ilustración 75. Disposición de los bloques de almacenamiento para ARMG y CARMG.....	121
Ilustración 76. Diseño de bloque ARTG. KoneCranes.....	122
Ilustración 77. Ejemplo de diseño bloque de ARTG. KoneCranes.....	122
Ilustración 78. OHBC en el puerto de Singapur.....	123
Ilustración 79. A-Strad en Patrick Sydney AutoStrad Terminal.....	124
Ilustración 80. Modo de funcionamiento Automated Straddle Carrier.....	124
Ilustración 81. High-Bay Storage. DP World/SMS Group	125
Ilustración 82. AGVs de KoneCranes en la línea de atraque	126
Ilustración 83. Ejemplo de AGVs en zona transferencia de contenedores en patio de almacenamiento	127
Ilustración 84. C-AGV de TTS Port and Logistics.....	127



Ilustración 85. AutoShuttle de Kalmar	128
Ilustración 86. El procedimiento del "Closing Time" del Puerto de Valencia	131
Ilustración 87. Vista superior validación puerta de entrada	133
Ilustración 88. Simulación de una terminal portuaria de contenedores.	143
Ilustración 89. Disposición de las RTGs y de los viales de circulación.....	145
Ilustración 91. Disposición de los diferentes tipos de contenedores en el patio de almacenamiento.	145
Ilustración 91. Configuración del perfil de pilas RTG.	146
Ilustración 92. Operativa normal vs. pooling de elementos de transporte horizontal.....	147
Ilustración 93. Asignación de la línea de atraque.	148
Ilustración 95 Electrificación de las RTG. Conductor Bar System y Cable Reel System, respectivamente	152
Ilustración 95. Comparativa entre los distintos sistemas de mejora de la eficiencia energética en RTGs.....	152
Ilustración 96. Definiciones de tiempos en el subsistema de carga/descarga	162
Ilustración 97. Capacidad de la terminal portuaria por subsistemas.....	168
Ilustración 98. Factores que influyen en la capacidad por línea de atraque de las terminales portuarias	171
Ilustración 99. Capacidad de almacenamiento de las terminales de contenedores	179
Ilustración 100. Distintas configuraciones del área de almacenamiento según la tipología de la terminal	182
Ilustración 101. Distribución de parcelas en Muelle 19 del Puerto de Alicante.	187
Ilustración 102. Planta Batimetría de la dársena de la terminal de TMS realizada en 2019	192
Ilustración 103. Factores que inciden en la definición del calado en la línea de atraque	192
Ilustración 104. Gráfico de trayectoria para un buque atracado al sur del Muelle 19	194
Ilustración 105. STS Post Panamax de Liebherr	196
Ilustración 106. Spreader con twin-lift de la marca BROMMA.	197
Ilustración 107. Diferenciación de áreas terrestres en una instalación de atraque tipo muelle.	198
Ilustración 108. Kalmar ASC	205
Ilustración 111. Alternativas de distribución para la fase secundaria. A la izquierda, disposición paralela al muelle. A la derecha, disposición perpendicular al muelle.....	210
Ilustración 110. Autoshuttle como equipo para realizar la interconexión muelle-patio.....	214
Ilustración 111. Representación de la estación de carga rápida del Shuttle Carrier	216
Ilustración 112. Hybrid Reach Stacker by KoneCranes	216
Ilustración 113. Datos técnicos Hybrid Reach Stacker	217
Ilustración 114. Características técnicas Straddle Carrier de Liebherr	219
Ilustración 115. Detalle de la operación de carga de un camión por una grúa pórtico automatizada ASC.	224
Ilustración 116. Kalmar AutoStrad™ for Patrick Terminals in Australia	224
Ilustración 117. Entrada al Puerto de Alicante por la Ruta 1.	225
Ilustración 118. Entrada al Puerto de Alicante por la Ruta 2.	225
Ilustración 119. Vía ferroviaria en Terminal TMS. Desvío 4 y desvío 3 modificado entre parcelas 19.1 y 19.2.....	227
Ilustración 120. Edificio de Servicio del PIF situado en Muelle de Poniente.	229
Ilustración 121. Vista general del área de actuación en el Muelle 19 del Puerto de Alicante .	230
Ilustración 122. Definición geométrica en planta del cajón tipo del Muelle 19.	231
Ilustración 123. Vista en planta del dique de cierre actual en el Puerto de Alicante.	233



Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores
automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



Ilustración 124. Sección viga cantil actual en Muelle 23.....	233
Ilustración 125. Alzado del tope en la viga carril realizado en Muelle 23.....	234
Ilustración 126. Tasas portuarias del Sistema Portuario de Titularidad Estatal (SPTE)	254

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Comercio contenedorizado mundial, 1996-2018 (en millones de TEU y variación porcentual anual)	20
Gráfica 2. Desarrollo del comercio marítimo internacional y la producción mundial, 2006-2020.	21
<i>Gráfica 3. Contribuciones a la variación de la deuda pública mundial; 2007-2020, % del PIB ...</i>	<i>24</i>
Gráfica 4. Desglose del tráfico de contenedores (en miles de TEU, 2014-2019E*)	63
Gráfica 5. Tráfico de contenedores por compañía naviera en las Islas Canarias (en miles de TEU, 2015-2019E*)	63
Gráfica 6. Servicios marítimos Península-Islas Canarias	64
Gráfica 7. Distribución del tráfico Península-Islas Canarias por puerto (en miles de TEU, 2019 E*)	64
Gráfica 8. Evolución de las exportaciones de España a Argelia (Mt)	65
Gráfica 9. Previsión de tráfico de contenedores (en miles de TEU, 2019E-2047)	66
Gráfica 10. Tráfico histórico de pasajeros (en miles de pasajeros, 2014-2019E*)	67
Gráfica 11. Estacionalidad de pasajeros (en miles de pasajeros, 2018)	68
Gráfica 12. Evolución del tráfico de pasajeros OPE (en millones de pasajeros, 2012-19)	68
Gráfica 13. Cuota de mercado OPE entre España y Argelia (en miles de pasajeros, 2014-2019E*)	69
Gráfica 14. Pasajeros no OPE Alicante-Argelia (en miles de pasajeros, 2014-2018)	70
Gráfica 15. Tráfico entre la Península y las Islas Baleares (en millones de pasajeros, 2014-2018)	71
Gráfica 16. Previsión de tráfico de pasajeros (en miles de pasajeros, 2019E-2047)	72
Gráfica 17. Desglose histórico del tráfico de cemento (kt, 2015-2019E*)	72
Gráfica 18. Evolución del consumo de cemento VS Evolución del PIB de la construcción en España.	73
Gráfica 19. Previsión de tráfico de cemento (en miles de t, 2019E-2047)	74
Gráfica 20. Tráfico histórico Ro-Ro (en miles de TEU, 2014-2019E*)	75
Gráfica 21. Previsión tráfico Ro-Ro (en miles de mov, 2019E-2047)	76
Gráfica 22. Tráficos mínimos de diésel comprometidos (en miles de t, 2021-2047)	77
Gráfica 23. Previsión tráfico granel líquido (en miles de t, 2019E-2047)	78
Gráfica 24. Incremento anual y acumulado de terminales de contenedores automatizadas y semiautomatizadas desde su aparición en la década de los 90 del siglo pasado	93
Gráfica 25. Número de terminales automatizadas o semiautomatizadas	97
Gráfica 26. Las emisiones de CO2 relacionado con la Industria marítima total en POLA (Port of Los Angeles) desde 2005 a 2017.	149
Gráfica 27. Potencia instantánea consumida por un RTG en función del tipo de movimiento.	151
Gráfica 28. Relación entre el número de movimientos y la productividad bruta de atraque de los buques (muestra del Puerto de Valencia, año 2010)	163
Gráfica 29. Niveles de servicio para el caso M/E4/n para n=2 y n=3 con atraques de 300 m.	167
Gráfica 30. Espera relativa y tasa de ocupación en función del sistema M/E_K/n Y E_K/E_K/n para 1, 2 y 3 atraques	174
Gráfica 31. Curva característica de la congestión	175
Gráfica 32. Correspondencia de las tasas de ocupación y la espera relativa de los sistemas M/M/n, M/E2/n y M/E4/n de 1 a 6 atraques	175



Gráfica 33. Correspondencia de las tasas de ocupación y la espera relativa de los sistemas $E_2/E_2/n$ y $E_2/E_4/n$ de 1 a 6 atraques	176
Gráfica 34. Capacidad anual por línea de atraque de un sistema $M/E4/n$ y espera relativa de 0,1 para atraques de 300 m.	177
Gráfica 35. Capacidad anual de almacenamiento (TEU/ha año) en función de la densidad de almacenamiento y de los días de estancia.....	185
Gráfica 36. Capacidad estática del equipo de patio como resultado de las necesidades de capacidad anual y de los días de estancia.....	186
Gráfica 37. Correspondencia de las tasas de ocupación y la espera relativa de los sistemas $M/M/n$, $M/E2/n$ y $M/E4/n$ de 1 a 6 atraques	202
Gráfica 38. Esquema de la Cuenta de Pérdidas y Ganancias.	276
Gráfica 39. Relación entre el VAN y el TIR.	279
Gráfica 40. Variación del VAN para las distintas valoraciones económicas.....	288



1. Introducción

1.1 Importancia de los puertos en el transporte

Los puertos son uno de los pilares dentro de la dinámica comercial internacional, conformados por una infraestructura y logística que establecen el primer contacto para la llegada de mercancías y personas para posteriormente seguir sus rutas a otros destinos. El Diccionario de la lengua de la Real Academia Española define puerto como “el lugar natural o construido en la costa o en las orillas de un río, defendido de los vientos y dispuesto para detenerse las embarcaciones y para realizar las operaciones de carga y descarga de mercancías, embarque y desembarco de pasajeros, etc.”

Los primeros datos sobre los puertos se remontan a los siglos X al V a.C., cuando fenicios, egipcios y griegos construyeron los primeros refugios en reservas naturales, para brindar protección natural a zonas expuestas a condiciones climáticas severas. Los fenicios fueron grandes pioneros en la navegación y el comercio internacional, gracias a las nuevas mejoras que introdujeron en la industria de la navegación se adentraron en aguas más profundas y abandonaron la navegación en cabotaje. Estos avances se extendieron rápidamente a otras naciones y generaciones. Por lo tanto, los vikingos o romanos adoptaron mejoras fenicias. A partir de ese momento, ha habido eventos que han representado una verdadera revolución en el desarrollo de los puertos marítimos, el equipamiento portuario y la navegación marítima en general.

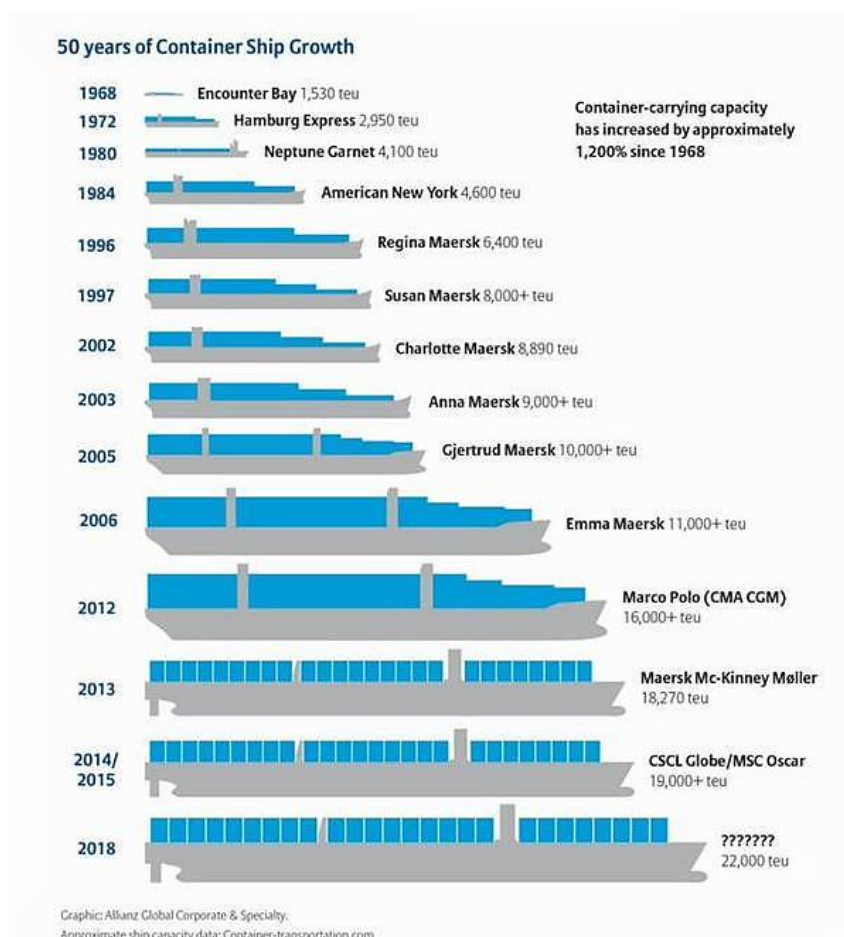
En la actualidad, las funciones típicas que desempeñan los puertos incluyen además de la carga y descarga de la mercancía de los barcos y el embarque y desembarque de pasajeros, la manipulación de mercancías, el depósito y almacenamiento de la carga, la inspección y el control de la carga por parte de las administraciones públicas (aduana, sanidad, etc.), la consolidación y desconsolidación de cargas, los servicios de apoyo a los buques (aprovisionamiento, reparación, servicios auxiliares, etc.), así como servicios de gestión de la información que se intercambia entre los diferentes agentes que participan en todas estas actividades. Sin embargo, la función de los puertos va más allá de ser solo un eslabón en el intercambio modal ya que además, conforman un entorno productivo y logístico muy importante donde se realizan también actividades industriales, turísticas, de negocios, etc. Así pues, los puertos contribuyen al desarrollo de los países, tanto por jugar un papel importante en el tráfico exterior como por actuar como potenciadores del crecimiento de las áreas en donde están emplazados al promover determinados tráficos que generan ingresos para el estado (mediante las tasas portuarias), crean empleo, etc.

El transporte marítimo es considerado el medio de transporte global más económico e importante para el comercio internacional de grandes distancias y supone aproximadamente un 90% del comercio mundial. Por otro lado, en el comercio internacional de diversos productos, se estima que el 10% del precio final depende en gran medida del coste del transporte, por lo que el transporte marítimo es uno de los medios de comercio preferidos (UNCTAD, 2020).

En las últimas dos décadas y debido al continuo afán mundial por mover el mayor número de mercancía en un mismo buque, la capacidad de los buques portacontenedores se ha triplicado. La tendencia mundial es el movimiento de carga masivo por lo que hoy en día, el buque portacontenedores más grande en cuanto a capacidad es el MSC Gülsün, con 23.756 TEU, 400 metros de eslora, 61,5 metros de ancho y un calado de 16,5 metros. Sin embargo, aunque la capacidad ha aumentado considerablemente, el tamaño de los últimos buques

portacontenedores no ha cambiado mucho en los últimos años por lo que se cuestiona si este sector podría alcanzar un límite. Al respecto y analizando los buques existentes, si no se produjera un cambio significativo en la evolución del tamaño del buque, se ha observado que el calado no cambia significativamente para buques mayores a 12.000 TEU y el puntal ronda los 30 metros para buques de más de 12.000 TEU, aunque se ha aumentado a 35 metros para buques con capacidades superiores a los 20.000 TEU. En cuanto a la eslora parece estabilizarse en los 400 metros para más de 15.000 TEU. Sin embargo, la dimensión que más varía es la manga (PierNext , 2019). Así pues, aunque el gigantismo de los portacontenedores no parece haber llegado a su fin todavía, estos deben amoldarse a las infraestructuras existentes y sus limitaciones tanto físicas como de capacidad de gestión de la terminal de modo que el buque pueda ser atendido en el puerto destino. A principios de 2020, la flota mundial total ascendía a 98.140 buques comerciales de 100 toneladas brutas o más. En 2019, la flota de transporte marítimo comercial mundial creció un 4,1%, lo que representa la tasa de crecimiento más alta desde 2014, pero aún por debajo de los niveles observados durante el período 2004-2012. En la imagen siguiente, se muestra la evolución en cuanto a tamaño y capacidad de los buques portacontenedores en los últimos 50 años:

Ilustración 1. Evolución de los buques portacontenedores desde 1968 hasta 2018.



Fuente: <http://www.grupocice.com/homecice/>

Los beneficios de las economías de escala resultantes del despliegue de buques más grandes no implica siempre beneficios a los puertos y proveedores de servicios de transporte interior, ya que significa aumentar los costes totales de transporte en toda la cadena logística. Aumentar el



tamaño promedio de la escala o del barco a menudo conduce a una demanda máxima de camiones, espacio de patio y conexiones intermodales, así como requisitos de inversión adicionales para dragados y grúas más grandes. La concentración de carga en barcos más grandes y menos puertos suele implicar negocios para un número menor de empresas. Los ahorros de costes realizados en la costa no siempre se traspasan a los clientes en forma de tarifas de transporte más bajas. Por lo tanto, las economías de escala derivadas del despliegue de buques más grandes corresponden principalmente a los transportistas marítimos (UNCTAD, 2020).

El papel de España en el mercado marítimo mundial resulta clave en el engranaje logístico de la economía mundial ya que, constituyen el principal *hub* del sur de Europa en las principales rutas marítimas. Los puertos españoles están conectados con las principales redes de transporte de Europa y son muy eficientes y competitivos, operando las 24 horas los 365 días al año. España dispone de 5978 kilómetros de costa entre la península, las islas Baleares y Canarias, y las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla. En ella hay distribuidos 46 puertos de interés general, gestionados por 28 autoridades portuarias. Tiene una población de poco más de 46 millones, con una industria fuerte y potencialmente exportadora, pero su poder de consumo también hace necesario equilibrar la balanza comercial a través de las importaciones. Es el segundo país europeo más visitado por turistas, representando el 11% del PIB del país. En el año 2018 los puertos españoles de interés general manipularon 563 millones de toneladas de mercancías. Además, los puertos en el sur y este del país están particularmente cerca de rutas marítimas de clase mundial que atraviesan el mundo de este a oeste y viceversa. No cabe duda de que el eje marítimo Gibraltar-Suez es uno de los más importantes del mundo, gracias a sus vínculos con las rutas de Estados Unidos y Extremo Oriente (Diario del Puerto, 2019).

1.2 Evolución del contenedor en el transporte marítimo a nivel mundial

Una simple idea cambió por completo el modo de transporte. En 1937, con 21 años, Malcom McLean estaba esperando en el área del puerto de Carolina del Norte para entregar la mercancía de su camión, mientras observaba cómo los estibadores transportaban lenta y laboriosamente grandes fardos de algodón desde el camión hasta el barco. En ese momento, McLean se preguntó: "¿Cuánto tiempo y dinero ahorraría si pudiera subir mi camión, con todo su volumen, a bordo del buque de una sola vez?". Dos décadas después, McLean logró transportar 58 cajas metálicas en dos cargueros viejos utilizados durante la Segunda Guerra Mundial, del mismo tamaño que un remolque típico usado en camiones pero sin sistema de rodamientos. Estos contenedores (como después se les conocería) fueron reforzados con esquineros en los vértices, para manipularse con equipos de elevación, una mejora en el diseño realizada por McLean.

El uso de contenedores redujo considerablemente los costes de transporte. Mc Lean calculó que en 1956, el costo de cargar un barco de tamaño mediano de la forma tradicional era de US\$ 5.83 por tonelada. En contraste, el costo de carga de Ideal X es menos de US\$ 0.16 por tonelada. También se redujo el tiempo de permanencia de las mercancías en el puerto, desde unas pocas semanas hasta unas pocas horas. Además, el volumen transportado a bordo aumentó, lo que pudo acelerar la navegación, pasando de transportar 10.000 toneladas a una velocidad de 16 nudos a transportar 40.000 toneladas a una velocidad de 24 nudos.

A pesar de las múltiples ventajas que prometía el contenedor para facilitar los trabajos en el mundo del transporte, su desarrollo fue complicado. En primer lugar, hubo mucha resistencia de los estibadores, que temían perder sus puestos de trabajo, por lo que organizaron huelgas lo que provocaban grandes pérdidas económicas a las navieras. En segundo lugar, algunas navieras no confiaban en el éxito del contenedor. Hubo algunos fracasos, entre las empresas que se atrevieron, como el de la Grace Line y el de Moore-McCormack, la primera empresa que habría transportado contenedores a través del Atlántico, pero que no tuvo la rentabilidad necesaria para continuar. Otras empresas que utilizaron barcos que mezclaban contenedores con carga de otro tipo y algunas que transportaban también pasajeros, lo que también fue un fracaso. Prueba de la desconfianza mostrada por algunas navieras, es que 17 años después de la primera experiencia de McLean, Maersk Line decidió construir su primer barco portacontenedores en 1973.

Ilustración 2. Malcom McLean, el padre del contenedor.



Fuente: <https://www.logisticshalloffame.net/en/members/malcom-mclean>



El proceso de normalización fue dirigido por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y alcanzó su punto máximo en 1966, cuando la ISO desarrolló la Norma Internacional ISO *Shipping Container*, que afianzaba al contenedor como la unidad estándar para el transporte de mercancías en el entorno marítimo-terrestre más eficiente y competitivo del momento.

¿Por qué, a pesar de que han pasado más de 60 años, los contenedores siguen desempeñando un papel indiscutible en el proceso de transporte global? El 80% del comercio internacional de mercancías se mueve a través del transporte marítimo, puesto que permite transportar una gran cantidad de mercancías a un coste muy económico. Además posee otras ventajas muy importantes en el sector del transporte como la estructura hermética, compacta y resistente, lo cual aporta seguridad a fabricantes, vendedores y transportistas. El contenedor no solo puede soportar las condiciones climáticas más duras, sino también los golpes y otros choques que se pueden encontrar durante la manipulación. Además, para aumentar la seguridad, los contenedores adoptan sistemas de cierre cada vez más complejos para garantizar que no se pueda acceder a ellos sin la debida autorización. Por otro lado, el contenedor es muy versátil debido a su estandarización, pues permite su transporte tanto por mar, tierra y aire. Así pues, En el transporte ferroviario, dado que cada camión puede apilar hasta dos contenedores, puede mejorar el rendimiento del equipo rodante y brindar más comodidad. En el transporte por carretera, el uso de contenedores puede garantizar que los conductores y camiones ahorren mucho tiempo, además de garantizar un flujo constante de mercancías. En el transporte marítimo, el uso de contenedores significa que los barcos reducen su estancia en los puertos, lo que reduce los costos portuarios. Por último, en el transporte aéreo, los contenedores pueden acelerar y mejorar la eficiencia de carga y descarga y aprovechar mejor el espacio en la parte en las bodegas inferior y principal de los aviones. Cabe señalar que los contenedores que se utilizan en los aviones son diferentes en diseño, tamaño y propósito.

Por otro lado, a diferencia de otros sistemas de almacenamiento de mercancías, los contenedores pueden reutilizarse en numerosas ocasiones sin comprometer la integridad de la carga. Las mejoras incorporadas en el diseño, utilizando materiales personalizables que son cada vez más duraderos, ayudan a aumentar su vida útil. En términos generales, este "reciclaje" reduce la huella de contaminación y explica por qué los contenedores se consideran una herramienta respetuosa con el medioambiente.

Actualmente se han desarrollado diferentes tipos de contenedores según la mercancía a transportar. Por tanto, los más habituales son:

- Estándar-DV (*Dry Van*): son los contenedores más utilizados del mercado. Todos los lados están cerrados excepto el lado donde se encuentra la puerta. Los productos básicos habituales son generalmente productos secos, como bolsas, cajas, envases, máquinas, muebles, etc. Los hay de 20 pies, cuyas dimensiones son aproximadamente largo x ancho x alto: 6,05 x 2,40 x 2,60 metros, y de 40 pies. Los cuales tienen el mismo tamaño pero el doble de largo. También existen contenedores 40 pies *high cube*, que alcanzan los 2,90 metros de altura.
- *Reefer* – RF: transportan mercancías a temperatura controlada mediante un módulo refrigerador autónomo monitorizable, el cual se podría independizar del contenedor. El contenedor refrigerado cuenta con un sistema que permite mantener una temperatura dentro del contenedor de entre -25° y +25°. Algunos tipos especiales de contenedores refrigerados pueden llegar a mantener temperaturas de hasta -60°. Los productos que

se suelen transportar mediante *reefers* son los productos perecederos como frutas, verduras, carnes, productos farmacéuticos, etc.

- *Bulk-BLK*: estos contenedores sirven para la carga de productos a granel, ya que disponen de un orificio superior. Es adecuado para productos químicos, fertilizantes, azúcar, sal, etc.
- *Open Top-OP*: se trata de contenedores abiertos por el techo. Estos contenedores se utilizan para aquellas cargas que por su tamaño, no se pueden introducir por la puerta lateral. Por lo general, están cubiertos por una lona removible.
- *Open Side – OS*: estos contenedores son de características similares a los OP pero la apertura es por el lateral y por lo tanto, también se utilizan para contenedores que no pueden introducirse por la puerta.
- *ISO Tank – ISO*: para el transporte de sustancias líquidas, como la leche, la cerveza, el vino, etc. se suelen utilizar este modelo. Consiste en una cisterna inscrita en una jaula. Además, también se puede transportar sustancias peligrosas, químicos, tóxicos, sustancias corrosivas, combustibles, etc. Una vez que un isotanque ha sido marcado para su uso como contenedor de cargas peligrosas, ya no podrá ser usado para el envío de otro tipo de graneles convencionales.
- *Half-height*: son contenedores silo de media altura. Puede ser abierto, con techo rígido o lona, y paredes sólidas o jaula. Mide 1,30 metros de altura y puede transportar minerales o materiales semielaborados.
- *Flat rack – FLT*: están formados por la plataforma y los testeros abatibles, o solo con los 4 pilares. Esta tipología se suele utilizar para cargas difíciles de manipular, bobinas de metal, cables, vehículos pesados, barcos de pequeña magnitud, etc. Las mercancías deben viajar expuestas a la lluvia, viento y demás condiciones meteorológicas y la única manera de asegurar que la carga se mantenga fija en su sitio o dentro del contenedor es mediante el trincaje.
- Contenedores ventilados: diseñado para cargas específicas que no pueden sufrir cambios de temperatura abruptos, debido a su nivel de humedad y precisan de ventilación exterior. Su sistema de ventilación permite por un lado la expulsión del aire caliente del interior y por otro la entrada de aire fresco del exterior, asegurando así que no se produce condensación de gases o humedad que puedan afectar a la carga. Uno de los principales productos transportados en este tipo de contenedor es el café, por eso también se conoce al contenedor ventilado como contenedor del café.
- Isotermos: contenedores de paredes con mayor capacidad de aislamiento térmico, para reducir las oscilaciones térmicas de la carga.

Ilustración 3. Algunos tipos de contenedores marítimos.



DRY VAN



REEFER



TANK o CISTERNA



OPEN SIDE



OPEN TOP



FLAT RACK

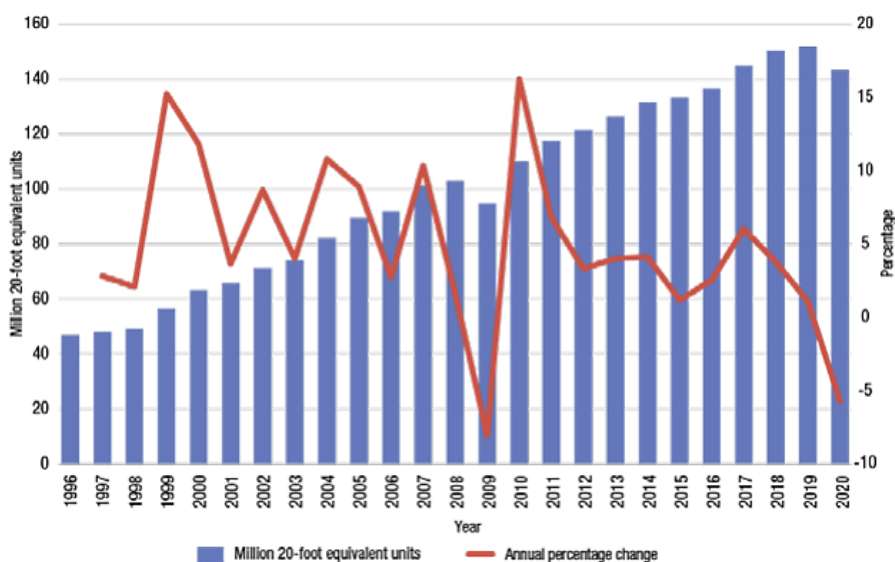
Fuente: <https://xarxaeuropea.com/tipos-contenedores-maritimos/>

1.3 ¿Cómo ha afectado el COVID-19 al sistema portuario?

La pandemia ha puesto de manifiesto la importancia de la industria naviera como un sector esencial que ha continuado proporcionando suministros en tiempos de crisis mundial sanitaria. Muchos organismos internacionales emitieron recomendaciones en las que se hacía hincapié en la necesidad de garantizar la continuidad empresarial en el sector así como proteger a los trabajadores portuarios de la pandemia. Los barcos debían cumplir con los requisitos internacionales así como la normativa sanitaria, y permanecer abiertos al transporte marítimo y multimodal.

El comercio marítimo internacional ha estado sometido a fuertes presiones. Las continuas tensiones comerciales y la alta incertidumbre política socavaron el crecimiento de la producción económica mundial y el comercio de mercancías. Previamente a la pandemia, en 2019, el comercio marítimo internacional ya estaba debilitado y perdió aún más impulso en ese año, reduciéndose en un 0,5 % el volumen de mercancías y alcanzando los 11.080 millones de toneladas. Se estima que fueron los nuevos aranceles adicionales los que redujeron el comercio marítimo en 2019, y el impacto general se mitigó con el aumento de las oportunidades comerciales en mercados alternativos. Conjuntamente, el tráfico mundial de contenedores en los puertos se desaceleró a un crecimiento del 2 %, frente al 5,1 % en 2018. Las tensiones comerciales hicieron que los patrones comerciales se modificaran. Se produjo una redirección de los flujos desde China hacia otros mercados, especialmente en los países del sudeste asiático, como resultado de la búsqueda de mercados y proveedores alternativos. Estados Unidos aumentó sus exportaciones de mercancías al resto del mundo, lo que ayudó a compensar en cierta medida sus reducidas exportaciones a China (UNCTAD, 2020). A continuación, se observa la desaceleración en el número de contenedores movidos (en TEU) que se produjo en 2020.

Gráfica 1. Comercio contenedorizado mundial, 1996-2018 (en millones de TEU y variación porcentual anual)



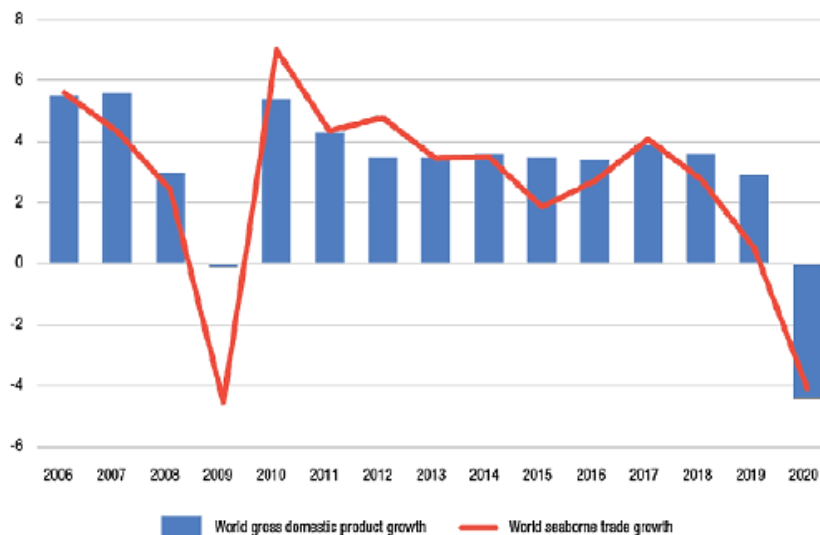
Fuente: (UNC20)

El transporte marítimo es una demanda que depende principalmente de la evolución de la economía y el comercio mundial. Por ello, las tendencias económicas y comerciales negativas afectaron el crecimiento del comercio marítimo en 2019. El crecimiento del PIB mundial se desaceleró al 2,5%, por debajo del 3,1% en 2018. El crecimiento en la Unión Europea cayó al 1,5 %, la tasa más baja desde 2013. Las preocupaciones en Europa y la incertidumbre en torno a una

posible salida "sin acuerdo" de la Unión Europea por parte del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte (Brexit) tuvieron un impacto negativo en la economía (UNCTAD, 2020).

En la tabla siguiente se observa el efecto de la pandemia en 2020 que provocó una caída del PIB mundial así como del comercio marítimo mundial.

Gráfica 2. Desarrollo del comercio marítimo internacional y la producción mundial, 2006-2020.



Fuente: (UNCTAD)

Para 2020, la expectativa inicial era que las condiciones económicas globales iban a mejorar moderadamente, ya que se esperaba una aparente relajación en las tensiones comerciales entre China y Estados Unidos, puesto que firmaron la primera fase de un acuerdo comercial entre los dos países en enero de 2020. Sin embargo, la crisis económica y sanitaria mundial sin precedentes provocada por la pandemia de COVID-19 a principios de 2020, eliminó las perspectivas de crecimiento del transporte y el comercio marítimo. La pandemia es un hecho excepcional, dada su escala, velocidad e impacto directo en las cadenas de suministro, el transporte y el comercio mundiales. Históricamente, ninguna interrupción ha tenido como resultado un bloqueo global de personas y empresas. Las restricciones a la movilidad, los viajes y las actividades económicas en todo el mundo, aunque en diversos grados, no tienen precedentes.

Inicialmente localizada en China, la pandemia evolucionó rápidamente y se convirtió en un problema global ya en el primer trimestre de 2020. La rápida propagación de la enfermedad en todo el mundo y las consiguientes alteraciones en las sociedades y economías tuvieron implicaciones de gran alcance, incluso para el transporte y el comercio. En medio de las interrupciones de la cadena de suministro, la disminución de la demanda mundial y la incertidumbre económica mundial causada por la pandemia, ha resentido la economía mundial, primero por la caída de la oferta y luego de la demanda. En febrero de 2020, la crisis de suministro de China desencadenó la primera ola de cancelaciones de servicios. A mediados de marzo, la situación general cambió tras la reanudación de la oferta asiática, sin embargo, debido a los cierres totales y parciales, se produjo una crisis de demanda en la Unión Europea y América del Norte. En algunos puertos, las cancelaciones supusieron una reducción del 20% al 50% en el volumen de escalas en abril, mayo y junio de 2020, aunque en la mayoría de los puertos, el impacto se refleja principalmente en las rutas marítimas más importantes (por ejemplo, Extremo Oriente de Europa), pero no tanto en otros países. Aunque el número de barcos que



hacen escala disminuyó drásticamente, el tráfico de contenedores de los puertos se vio menos afectado. Sin embargo, se observaron diferencias significativas entre los principales puertos de contenedores, como lo demuestra el crecimiento interanual de TEU en el primer semestre de 2020: -6,8% en Shanghái, -1,1% en Singapur, -17,1% en Los Ángeles, Long Beach -6,9%, Rotterdam -7%, Amberes + 0,4%, Valencia -9,1%, Barcelona-20,5% y Le Havre -29% (Mundo Marítimo, 2020).

A mediados de abril de 2020, casi el 90% de la economía mundial se había visto afectada por algún tipo de bloqueo, según las Naciones Unidas y, a finales de mes, alrededor de 4.200 millones de personas o el 54% de la población mundial. Hasta 100 países cerraron sus fronteras nacionales, interrumpiendo el suministro y suprimiendo la demanda mundial de bienes y servicios. Ningún país estaba preparado para afrontar la crisis económica y sanitaria combinadas (UNCTAD, 2020).

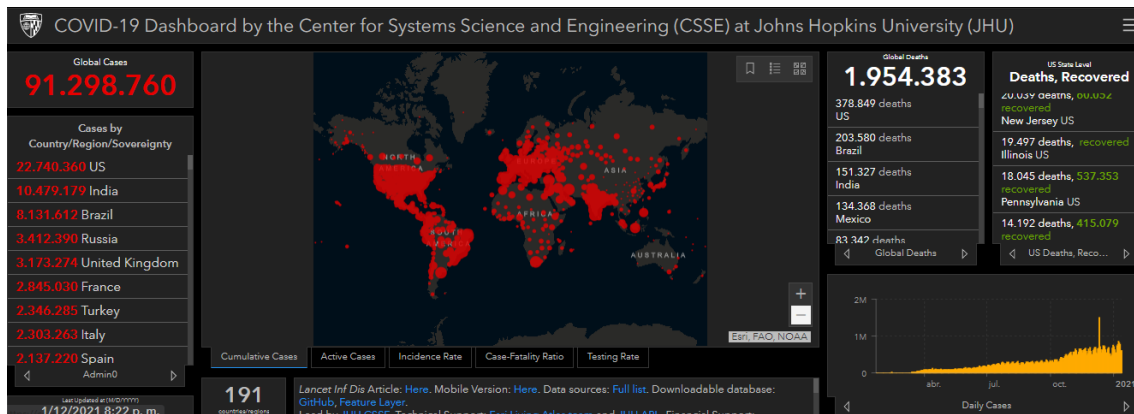
Dado que más del 80 % del comercio mundial de mercancías en volumen se transporta por mar, el impacto de la pandemia en el transporte marítimo tuvo consecuencias de gran alcance. El impacto se magnificó por el papel desempeñado por China en el comercio marítimo, ya que la prosperidad dentro del sector del transporte marítimo ha estado fuertemente ligada a ese país durante mucho tiempo. En 2019, China representó más del 20% de las importaciones mundiales por mar, frente a menos del 10% en 2003. Así pues, su comercio marítimo tiene un efecto dominó en todos los segmentos del mercado de transporte marítimo, y las interrupciones de la cadena de suministro que involucran a China afectan a los barcos y puertos de todo el mundo.

En junio de 2020, los principales indicadores económicos y de transporte ya mostraban una actividad reanudada en China. China dejó de ser el epicentro de la pandemia y en mayo ya ocupaba el puesto 11 de casos confirmados en el mundo. Sin embargo, esto solo ayudó en parte a la recuperación, ya que los consumidores y las empresas en los mercados de exportación todavía estaban bloqueados. Incluso cuando las principales economías salieron del bloqueo, la situación siguió siendo problemática y continuó evolucionando en medio de la incertidumbre sobre la pandemia y posibles nuevos picos. En abril se pasó de 932.628 casos positivos a 3.2 millones y en mayo se confirmó la presencia del virus en 187 países. En mayo, Estados Unidos lideraba el número total de casos seguido por Rusia, Reino Unido, España, Italia y Francia.

Teniendo en cuenta la necesidad de comprender el estado de los puertos globales durante el desarrollo de la epidemia, la *International Association of Ports and Harbors (IAPH)* y *World Ports Sustainability Program (WPSP)* lideraron la iniciativa creada Barómetro de Impacto Económico Portuario para determinar el impacto del COVID- 19 en seis componentes clave dentro y fuera del puerto. Teniendo en cuenta los datos proporcionados por el Barómetro de Impacto Económico Portuario, en el mes de abril se reportó entre un 5-25% menos de escalas entre la semana 18 y 19 de los barcos portacontenedores. En cuanto a los barco de pasajeros, se mantuvo como el mercado más afectado por el COVID-19. Un 75% de los terminalistas encuestados indicaron una disminución de más del 50% hasta incluso, en algunos casos, rozando más del 90% (Marine & Port Consultants SAS, 2020).

En las ilustraciones siguientes se muestra la situación actual en cuanto a número de casos a enero de 2021 tanto en el mundo como en Europa en particular. Se observa que España se encuentra en el noveno puesto en el ranking mundial con un total de 2.137.220 casos confirmados y 51.675 muertes (BBC News Mundo, 2021).

Ilustración 4. Tablero COVID-19 por el Centro de Ciencia e Ingeniería de Sistemas (CSSE) de la Universidad Johns Hopkins (JHU) actualizado a 12/01/2021.



Fuente: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>

Ilustración 5. Número de casos y muertes por el COVID-19 en Europa a 8 de enero de 2021



Fuente: Universidad Johns Hopkins (Baltimore, EE.UU.), autoridades locales a través de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51705060>

Entre la crisis producida por el COVID19 y la crisis financiera mundial de 2008-2009 existen ciertos aspectos en los que coinciden y otros en los que divergen. En primer lugar, en ambos casos, los gobiernos intervinieron inyectando fondos en la economía para estimular la recuperación. En segundo lugar, las dos crisis estuvieron acompañadas de un creciente sentimiento proteccionista y escepticismo sobre la globalización. Sin embargo, diferían en su tipo, alcance, velocidad y escala. Sin embargo, la crisis del COVID-19 superó la crisis financiera de 2008-2009 ya que fue una interrupción de doble impacto, que pasó de ser una interrupción del lado de la oferta en China a convertirse en un shock global de demanda intersectorial. En tercer lugar, las restricciones a la actividad económica y los viajes no se produjeron durante la crisis anterior. Además, las tendencias comerciales y financieras preexistentes fueron diferentes. Por último, si bien la crisis de 2008-2009 comenzó a mediados de 2008, sus peores

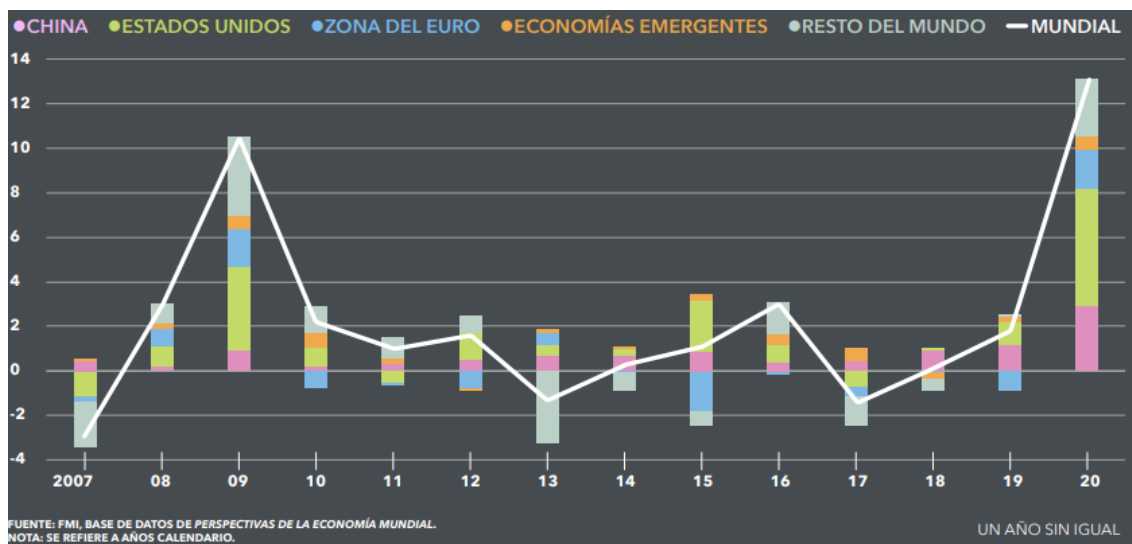
efectos se hicieron evidentes ocho meses después, mientras que el impacto de la crisis de 2020 fue casi inmediato (UNCTAD, 2020).

En cuanto a las estimaciones existentes de las consecuencias económicas de la pandemia varían, dado el alto grado de incertidumbre involucrado. Sin embargo, todos apuntan a una recesión global. La UNCTAD espera que el PIB mundial caerá un 4,3 % en 2020. El Fondo Monetario Internacional predice una disminución del 4,4 %. En ambos casos, se espera que el PIB de todos los países, tanto desarrollados como en desarrollo, disminuya, excepto en Asia oriental, incluida China, que experimentará un crecimiento del 1,1 %. Según el análisis de la UNCTAD, es probable que la recesión relacionada con la pandemia implique una pérdida de ingresos mundiales de 12 billones de dólares con respecto a finales de 2019.

Gita Gopinath, del Fondo Monetario Internacional (FMI) confirmó que, por primera vez desde la Gran Depresión, tanto los mercados emergentes y en desarrollo como las economías avanzadas están en recesión. Durante más de una década, las bajas tasas de interés han provocado la acumulación de riesgos financieros a escala mundial y han llevado a un alto nivel en la historia tanto la deuda pública y privada en la mayoría de países. Estas vulnerabilidades creadas por la deuda se han visto incrementadas por la pandemia y el confinamiento, que han contribuido en gran medida a un fuerte aumento de la deuda y a déficits que superan el récord de la crisis financiera mundial en 2008. Los choques económicos, como la propagación de un virus en todo el mundo, pueden paralizar la economía y revertir los flujos de capital, complicando aún más sus capacidades de gestión de la deuda (FMI, 2020).

El impacto económico del COVID-19 ha provocado un aumento de los déficits fiscales y los coeficientes de deuda pública causado por el incremento de los gastos y el desplome de los ingresos públicos (FMI, 2020). Este hecho se puede ver reflejado en la gráfica siguiente:

Gráfica 3. Contribuciones a la variación de la deuda pública mundial; 2007-2020, % del PIB



FUENTE: FMI, BASE DE DATOS DE PERSPECTIVAS DE LA ECONOMÍA MUNDIAL.

NOTA: SE REFIERE A AÑOS CALENDARIO.

UN AÑO SIN IGUAL

Fuente: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/ar/2020/eng/downloads/imf-annual-report-2020-es.pdf>

Sin lugar a dudas, el transporte marítimo es esencial para mantener el flujo del comercio y las cadenas de suministro conectadas durante y fuera de las crisis. Sin embargo, debido a la crisis sanitaria se han observado una serie de tendencias clave con implicaciones políticas de amplio alcance para el transporte marítimo y el comercio (UNCTAD, 2020). Estos incluyen los siguientes:



- La gestión de riesgos y la creación de resiliencia se están convirtiendo en nuevas políticas y mantras comerciales.
- Cambio acelerado en los patrones de globalización y diseños de la cadena de suministro.
- Nuevo comportamiento y gasto de los consumidores.
- Un caso reforzado a favor de la digitalización y la desmaterialización.
- Un aumento significativo en el uso de documentación comercial electrónica.
- Los estándares y la interoperabilidad son cada vez más importantes.
- La ciberseguridad se está convirtiendo en una gran preocupación. Aumento de los ciberataques.
- Ajustes en el transporte marítimo para adaptarse al nuevo panorama operativo.
- Una mayor necesidad de respuestas políticas sistémicas y coordinadas a nivel mundial.

Las plataformas de comunicación grupal, las conexiones VPN e Internet han jugado un papel clave en el mantenimiento de la continuidad del negocio y en la conexión del personal no imprescindible (aproximadamente un 30%), limitado a domicilios. Sin embargo, se ha observado que aún existen muchas actividades, las cuales dependen en gran medida de que las personas no automaticen ciertos procesos en la captura, depuración, análisis y procesamiento del flujo de información de la información dentro y fuera del puerto, creando así cuellos de botella. Por ello, acelerar la digitalización de los puertos debería permitir una mayor eficiencia y productividad en el transporte, así como facilitar el manejo de la operación diaria, la seguridad física de las instalaciones, la gestión de activos, el manejo de contingencias ambientales y las futuras crisis globales, independientemente del tamaño del puerto (Marine and Port Consultants SAS, 2020). Esta aceleración tecnológica también deberían ayudar a los países en desarrollo a aprovechar las capacidades del comercio electrónico y los beneficios de la facilitación del transporte que impulsan el comercio para minimizar la brecha digital y garantizar que también puedan aprovechar las ventajas de la digitalización para desarrollar su resiliencia.

Finalmente, si bien la pandemia ha sido un tema primordial a lo largo de 2020 y probablemente durante los próximos años o décadas, no deben pasarse por alto otros problemas mundiales importantes. El cambio climático corre el riesgo de quedar relegado a un segundo plano, dada la necesidad de abordar las preocupaciones inmediatas planteadas por la pandemia. Se debe mantener el impulso de los esfuerzos actuales para abordar las emisiones de carbono del transporte marítimo y la transición energética lejos de los combustibles fósiles. Por lo tanto, las políticas adoptadas con miras a prepararse para un mundo más allá de la pandemia deberían respaldar un mayor progreso en la transición de la industria del transporte hacia la ecologización y la sostenibilidad (UNCTAD, 2020).



2. Objeto de estudio

El objetivo de este Trabajo de Fin de Máster es el diseño de una terminal portuaria de contenedores automatizada en el Muelle 19 de la dársena sur del Puerto de Alicante, con el fin de captar un mayor tráfico de contenedores tanto *import/export* e incluso de transbordo, obteniendo rendimientos más eficientes que los actuales y utilizando menos recursos de mano de obra operativa. La potencialidad del Puerto de Alicante se basa en su ubicación geográfica, pues abarca un área de influencia donde confluyen municipios tan relevantes como Alicante, Elche, Murcia y Albacete, penetrando incluso hacia Madrid por las zonas industriales del Vinalopó. La fortaleza del tejido empresarial de este espacio se asienta en una óptima infraestructura del transporte: puerto, autopistas, carreteras y aeropuerto, con la que se incrementa su capacidad exportadora y su tradición comercial. El puerto de Alicante está formado por una dársena interior, la dársena central, una antigua dársena pesquera y la actual al sur, la dársena exterior y, por último, la dársena sur, la cual será objeto de estudio de este proyecto.

El alcance del TFM se centrará en realizar el diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores automatizada en el Muelle 19 y para ello se analizará el estudio de mercado, la evolución del tráfico de contenedores el puerto, las características de la dársena sur y el área disponible para almacenamiento, los niveles de automatización existentes, las capacidades de los distintos subsistemas de la terminal (puerta marítima, almacenamiento, interconexión y puerta terrestre), el diseño en planta y alzado de la línea de atraque en función del buque de proyecto y las grúas de muelle, el dimensionamiento del patio de almacenamiento, el subsistema de interconexión, así como las necesidades de accesos terrestres, entre otros.

La evolución hacia la automatización de las terminales sigue en continuo crecimiento y cada vez es más frecuente la transformación de las terminales portuarias en terminales más inteligentes y autómatas. Este proceso a la robotización puede llevarse a cabo para distintos grados de automatización y en distintas fases. El objetivo principal es el de obtener rendimientos más eficientes, utilizando menos recursos de mano de obra operativa y, por supuesto, obteniendo con ello mayores beneficios económicos.

Es por ello que durante este trabajo se responderá a la pregunta si el puerto de Alicante sería un buen candidato a convertirse en uno de los puertos con terminales de contenedores automatizada. Sin duda la previsión de tráfico previsto, así como la capacidad potencial de la terminal resultan factores clave para responder a esta pregunta.

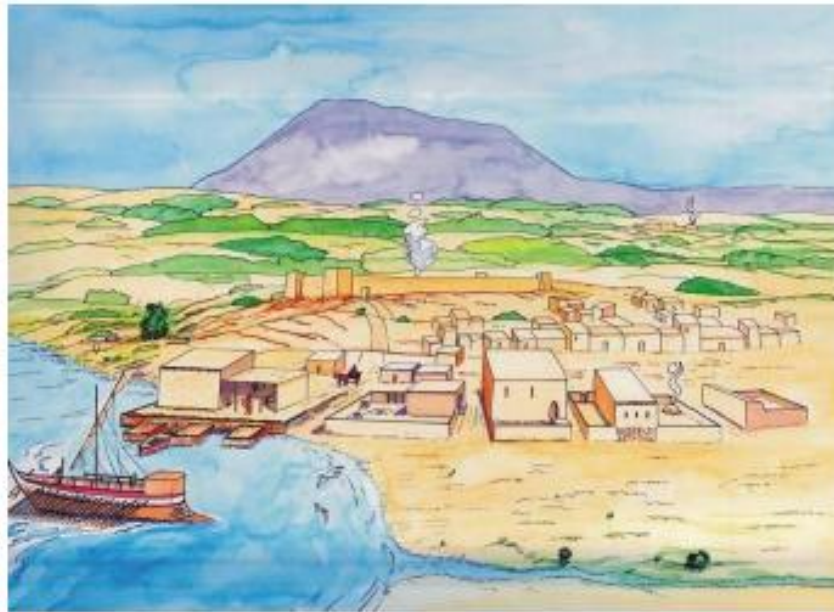
Por último, dados los elevados costes de inversión previstos en una terminal automatizada, se realizará un estudio económico para conocer la viabilidad de este tipo de terminal y si permitirá un ahorro de costes frente a una terminal convencional.

3. Antecedentes

3.1 Breve historia del puerto de Alicante

Los orígenes del puerto de Alicante se remontan a la época islámica, Medina Laqant, en la que existía un puerto industrial de importancia comercial desde el cual se exportaba esparto a todo el Mediterráneo. El puerto era conocido como puerto de Baber o Babel por situarse en la habia de Alicante junto a las puertas de entrada de la muralla de la ciudad (Puertas de Ferrisa y Elche) y transcurría de forma paralela a las calles de Villavieja y Mayor (Maltés Vargas, s.f.)

Ilustración 6. Recreación del embarcadero ibérico del Tossal de les Basses



Fuente: http://asociacionjubiladospuertoalicante.es/wp-content/uploads/2017/04/HISTORIA-DEL-PUERTO-DE-ALICANTE_V1_042017_ajpa_fmv.pdf

En la Edad Media, en la época cristiana, se tiene la primera referencia legal del puerto de Alicante en el siglo XIII, ya que el Rey Alfonso X El Sabio deseaba convertir a Alicante en el puerto de Castilla y el 14 de diciembre del año 1248, ordenó construir un muelle que comenzaba en la puerta del mar y que tenía aproximadamente unos 200 pasos mar adentro. En el año 1252, concedió el derecho de anclaje a los moradores, vecinos y mercaderes de Alicante para no pagar tasas por tener amarrado sus barcos, fomentando la actividad marítima. Ya en el año 1271 decidió otorgar uno de los privilegios más importantes, la consideración de Puerto Público de Castilla. A finales de la Edad Media, el puerto de Alicante era considerado el segundo puerto del País Valencià, ya que se le reconocía como la salida natural de Castilla hacia el mar Mediterráneo. Los tráficos más intensos se realizaban con las Islas Baleares, Cataluña, Niza e Italia. Además, era puerto de escala en la ruta de Flandes a Inglaterra (Maltés Vargas, s.f.).

Ilustración 7. Alicante nuevamente fortificada.



Fuente: http://asociacionjubiladospuertoalicante.es/wp-content/uploads/2017/04/HISTORIA-DEL-PUERTO-DE-ALICANTE_V1_042017_ajpa_fmv.pdf

En la Edad Moderna, Alicante alcanzó la consideración de villa a gran ciudad comercial portuaria en 1490, durante el reinado del monarca Fernando el Católico y dos años antes de la caída del reino nazarí de Granada. Según el historiador Enrique Giménez López, las características que auparon a Alicante como ciudad fueron, por un lado, la condición portuaria de la villa medieval y la riqueza generada en torno a su tráfico marítimo y, por otro lado, la colaboración prestada a los Reyes Católicos en el transcurso de la guerra con Granada (Autoridad Portuaria de Alicante, 2020).

A principios del siglo XVI, aunque el puerto se reducía a un dique de sillería de unos 200 pasos de largo por 36 de ancho, la infraestructura portuaria y la seguridad de sus murallas, convirtieron a Alicante en una de las ciudades con más población de toda la costa del Levante. Esto fue debido a que muchos de los mercaderes encontraron en esta ciudad la seguridad necesaria para sus boticas, dentro de los fuertes muros. Además, los asideros protegían de la tormenta a sus navíos (Autoridad Portuaria de Alicante, 2020).

Tras la reapertura del comercio con Italia por las Baleares, Alicante volvió a convertirse en el puerto de Castilla en el Mediterráneo, debido a que el acceso a la meseta por el valle del Vinalopó ofrecía menos dificultades orográficas. La mercancía que se exportaba eran las sacas de lana, la sosa, la sal de las salinas de la Mata, el esparto, uva, vino, almendras y jamón de tabla. Los productos que llegaban de Italia eran objetos de lujo, paño de terciopelo y raso, telillas de oro, manufacturas de seda, así como todo género de armas. Además, el puerto se erigió como el más importante receptor y redistribuidor de algunas mercancías ya que, se consagró como puerto de cabotaje, desde donde la mercancía se reexportaba en embarcaciones holandesas, inglesas o francesas hacia la Europa atlántica.

En cuanto al desarrollo de la infraestructura portuaria, en general fue muy escasa durante la Edad Moderna. Las embarcaciones fondeaban en zonas próximas a la costa y, mediante

barcazas, las mercancías eran embarcadas y desembarcadas. Existen documentos históricos que datan del primer espigón de abrigo a finales de la Edad Media, pero éste no se adentraba más allá de 50 metros. Ligeras ampliaciones se realizaron durante el siglo XVI, con cargo a los presupuestos municipales recaudados por el derecho de ancoraje o muelle. Sin embargo, no será hasta mediados de siglo, entre 1571 y 1576, cuando Felipe II ordene a la ciudad proseguir con la fábrica del muelle, con el objeto de proporcionar abrigo a los barcos de guerra y de mercancías que arribaran al puerto. Además, planteó la construcción de un contramuelle sin precisar su posición exacta. En 1575 se recibe la orden de alargar el muelle existente unos 14 metros más e inclinar su cabeza hacia poniente, de modo que se evitaran los temporales de levante. Pero tras los constantes aterramientos que producían las fuertes avenidas que discurrían por la actual Rambla de Méndez Núñez, se rectificó el proyecto un año después, de modo que, se continuara alargando el dique hacia mar todo lo posible antes de que se curvara hacia poniente. Así, en 1582, definitivamente el muelle “se prolongó en 50 pasos para mejorar sus condiciones, ya que se adentraba en el mar”. En 1688 se configuró el emplazamiento definitivo del contramuelle, aceptándose la propuesta del ingeniero militar Pedro Valero y costando 90.000 ducados (Autoridad Portuaria de Alicante, 2020). Según diversos historiadores, en el siglo XVIII el puerto de Alicante era considerado el segundo puerto de España, debido a su rapidez y eficacia para dar salida a los productos de exportación hacia Italia, además, era muy importante la carga de sal procedente de las salinas de La Mata, en Torrevieja, con destino a Europa y a otros países (Maltés Vargas, s.f.).

Ilustración 8. Puerto de Alicante en el siglo XVIII



Fuente: http://asociacionjubiladospuertoalicante.es/wp-content/uploads/2017/04/HISTORIA-DEL-PUERTO-DE-ALICANTE_V1_042017_ajpa_fmv.pdf

Tras la Guerra de Sucesión, producida entre los años 1705-1709, tanto la ciudad como el tejido comercial quedó muy dañado. En 1795 y debido al mal estado del puerto, se plantea contar con los fondos consulares, pero en 1803, se constituye la primera Junta de Obras del Puerto de Alicante bajo la presidencia de José Sentmenat, la cual contó con los caudales de Propios y Arbitrios de la Ciudad. Ya a finales del siglo XIX, en el año 1880, el Puerto de Alicante se catalogó como “Puerto de Interés General de Primer Orden” y dependía de forma directa del Ministerio de Fomento. Otro hecho de gran trascendencia para el puerto fue la construcción del primer

ferrocarril que unía la Corte, con un puerto de mar, dándole carácter oficial la Reina Isabel II, al viajar en el ferrocarril en 1858 (Maltés Vargas, s.f.).

En la segunda mitad del siglo XIX tienen lugar la gran expansión vinícola gracias a la ruina de la cosecha francesa debido a la filoxera, lo que aupó la actividad del puerto y provocó su ampliación para el depósito de toneles y barriles de vino.

Ilustración 9. Puerto de Alicante



Fuente: http://asociacionjubiladospuertoalicante.es/wp-content/uploads/2017/04/HISTORIA-DEL-PUERTO-DE-ALICANTE_V1_042017_ajpa_fmv.pdf

A principios del siglo XX, en el año 1900, las corporaciones locales enviaron un informe al Ministerio solicitando la creación de una Junta del Puerto, con el objeto de llevar a cabo reformas que permitieran la ampliación y la mejora de su estado. El 11 de enero de 1901 se constituyó la Junta de Obras siendo nombrado como Ingeniero Director de la misma Don José Nicolau Sabater. La deficiente situación de las instalaciones indujo que se declarara un “Proyecto de Mejoras” de modo que permitiera la creación de un antepuerto que ofreciera abrigo a la entrada del Puerto y que aumentara la superficie lineal de los muelles existentes. El proyecto contaba con un presupuesto de 6.800.000 pesetas. Tras varias modificaciones del proyecto, las obras no comenzaron hasta 1912. Aunque su finalización estaba prevista para 1917, el estallido de la Primera Guerra Mundial provocó un retraso en la finalización de las obras por la escasez de materias primas como el cemento y el hierro, quedando por finalizado en 1922. Una vez se terminaron los trabajos de la zona de Levante, se comenzaron a mejorar y ampliar la zona de Poniente gracias a la creación de nuevos muelles en la zona de la Dársena interior y la construcción de un varadero. Este proyecto comenzó en 1919 y finalizó en 1927. Entre los años 1928 y 1935 se llevaron a cabo otras obras como la “Prolongación y Ensanche del Muelle de Levante”, otras obras de menor índole, orientadas a la mejora de las instalaciones existentes y se realizaron fuertes inversiones para la adquisición de materiales y maquinarias (Autoridad Portuaria de Alicante, 2020).

Ilustración 10. Vista general del Puerto de Alicante



Fuente: http://asociacionjubiladospuertoalicante.es/wp-content/uploads/2017/04/HISTORIA-DEL-PUERTO-DE-ALICANTE_V1_042017_ajpa_fmv.pdf

El siguiente proyecto de ampliación “Nuevos Muelles en Poniente y Dársena Pesquera de Embarcaciones”, fue aprobado en 1933. La necesidad de disponer de muelles con un mayor calado, la consolidación de la industria alicantina en la zona oeste del Puerto y el envío de una orden desde una comisión que estudiaba la instalación de nuevos puertos pesqueros en España, fueron factores fundamentales que promovieron la redacción de tal proyecto. De nuevo, otro conflicto bélico, en este caso, la Guerra Civil, paralizó la ejecución de estos proyectos y no se reanudó hasta el 1946, cuando el ingeniero Don Pablo Suárez Sánchez volviera a reactivarlo con una modificación del presupuesto. En 1947 se adjudicaron las obras, pero no se finalizaron hasta 1953. (Autoridad Portuaria de Alicante, 2020). Con la llegada de la Guerra Civil, el puerto solo tenía movimiento de buques de guerra con la llegada de las Brigadas Internacionales y la salida de huidos y refugiados. La aviación de Franco lo bombardeó en varias ocasiones. La época más dolorosa que vivió el puerto fue la de miles de combatientes que en el año 1936 fueron al puerto para exiliarse, pero no todos lo lograron y muchos optaron por suicidarse en los muelles. El resto fue recluido en el campo de concentración “Campo de Los Almendros” ubicado entre la Goteta y el Barrio Obrero (Maltés Vargas, s.f.).

Ilustración 11. Vista aérea del Puerto de Alicante durante los bombardeos en la Guerra Civil



Fuente: http://asociacionjubiladospuertoalicante.es/wp-content/uploads/2017/04/HISTORIA-DEL-PUERTO-DE-ALICANTE_V1_042017_ajpa_fmv.pdf

Las décadas de los años 50 y 60 supusieron un fuerte incremento en cuanto a las descargas de productos derivados del petróleo en el Puerto. Además, el continuo avance en las nuevas tecnologías de carga y descarga de mercancías, que demandaban mayores superficies y la aparición de nuevos sistemas de transporte marítimo en la década de los 70, pusieron de manifiesto la deficiencia de los muelles de Levante y la necesaria ampliación del Puerto hacia la zona de Poniente (Autoridad Portuaria de Alicante, 2020). En la década de los 50, se trasladaron del Muelle 14 al Muelle 11 las conducciones para la descarga de combustibles líquidos, abandonando CAMPSA los depósitos bajo tierra que estaban ubicados en la Sierra de San Julián, construyéndose en los nuevos terrenos ganados al mar en la zona de poniente (Maltés Vargas, s.f.).

En los años 60 y 70 se llevaron a cabo las distintas obras en las instalaciones ya existentes, con el objeto de mejorarlas y adecuarlas a los nuevos sistemas de transporte marítimo (tráficos de carga rodada, contenedores, productos perecederos, etc.) (Autoridad Portuaria de Alicante, 2020). En los años 70, la aparición del contenedor como medio de transporte de mercancías supuso una gran revolución y avance en el tráfico portuario, precisando la dotación urgente de las infraestructuras necesarias al puerto. Se proyectó la ampliación del Muelle 11, finalizando la obra en 1978 siendo Don Jesús Ruiz Navarro, el director de la Junta de Obras del Puerto. La aparición también de los buques de carga rodada instó a la construcción de un atraque RORO entre los Muelles 12 y 14 (Maltés Vargas, s.f.).

A comienzos de los años 80, se comenzó a redactar “El Plan Especial del Puerto de Alicante” siendo Ingeniero Director Don Sergio Campos Ferrera. La inversión inicial era de 20.000 millones de pesetas y tenía como objetivos principales: la mejora urbanística del contacto puerto-ciudad, la evolución hacia un puerto comercial, más eficaz y rentable y la reserva de los muelles de Levante para el tráfico de embarcaciones deportivas, cruceros turísticos y buques de guerra



(Autoridad Portuaria de Alicante, 2020). En 1982 también se realizó otro atraque RORO entre los Muelles 6 y 8 (Maltés Vargas, s.f.).

El Plan Especial del Puerto (PEP) de 1992 permitió su ampliación hacia el sur, y convirtió una parte del puerto en espacio de ocio con restaurantes, bares y pubs. Con el objeto de reducir el impacto visual, la legislación de protección del paisaje marítimo, establece una altura máxima para la construcción de edificios en la nueva ampliación, a excepción de estructuras tales como grúas. Por otro lado, en 1995, el Ayuntamiento de Alicante, el gobierno nacional y la Generalitat firmaron un acuerdo para eliminar los depósitos de combustible de CLH (Compañía Logística de Hidrocarburos, antes CAMPSA) y ubicarlos lejos de la ciudad para proteger al medio ambiente y a los ciudadanos (El País, 1999). Ese acuerdo elude las repercusiones negativas que podrían ocasionar los posibles accidentes y el consiguiente impacto ambiental. Además, se reduciría el riesgo de accidentes por el tráfico de vehículos que transportan petróleo dentro del centro urbano. En 1999 se llevó a cabo el traslado de los depósitos y, tras las ofertas recibidas para construir una zona de ocio, el Ayuntamiento de Alicante bajo la gobernanza de Luis Díaz Alperi, concedió la licencia de obras a la empresa Marina de Poniente para su construcción. La licencia fue concedida a pesar de que el edificio superaba la altura máxima permitida por el Plan Especial (El País, 1999).

El creciente flujo de tráfico hizo necesario la ampliación del puerto hacia la zona de Poniente de forma que se pudiera atender a los tráficos de mercancías, a las actividades pesqueras y de pasajeros, así como potenciar la flota náutico-deportiva. En la zona de Levante, se distinguieron los siguientes usos: la dársena interior se clasificó como de uso náutico-deportivo con la construcción de la marina deportiva; se instalaron locales comerciales con servicio de hostelería, comercio, oficinas, así como para actividades culturales; se habilitó el Muelle 10 para el tráfico de pasajeros con Argelia; se remodeló la terminal de pasajeros del Muelle 14 para el tráfico de cruceros turísticos. Por otro lado, en la zona de Poniente, se realizaron obras e infraestructuras de forma que incrementaran la funcionalidad del puerto, mediante rellenos de terrenos ganados al mar en la zona de Babel, con la ampliación del Muelle 11 (para tráfico de contenedores), la construcción del Muelle 17 (para tráfico de graneles) y la posterior construcción de los Muelles 13 y 15, estos últimos como muelles multiuso pero utilizados prioritariamente para tráficos de mercancía general y de contenedores (Maltés Vargas, s.f.).

Por último, la ampliación del puerto a Poniente, mediante la construcción de la dársena sur (ver Ilustración 12) en la que se ubicó una nueva estación marítima para el tráfico de pasajeros con los puertos de Orán y Argel en los Muelles 23 y 25, una terminal multiuso para contenedores y los silos para el tráfico de cemento a granel. También se construyó una nueva dársena junto al barranco de las ovejas en el que situó una nueva Lonja de Pescado, un edificio para el comercio del pescado por mayoristas, un nuevo varadero y una marina seca para la reparación de embarcaciones menores y yates deportivos. Las últimas actuaciones más relevantes fueron los rellenos de la antigua zona pesquera para ampliar el Muelle 11, el refuerzo de la escollera y la remodelación de la estación marítima en el dique de Levante (Maltés Vargas, s.f.).

Ilustración 12. Construcción de la dársena sur del Puerto de Alicante.



Fuente: http://asociacionjubiladospuertoalicante.es/wp-content/uploads/2017/04/HISTORIA-DEL-PUERTO-DE-ALICANTE_V1_042017_ajpa_fmv.pdf

3.2 Características generales del puerto de Alicante

El puerto de Alicante es un puerto marítimo español, con actividades comerciales, con transporte de mercancías y de pasajeros, pesqueras y deportiva. Desde su origen, el mar ha sido el pilar básico del desarrollo económico, cultural y estratégico urbano. El paisaje marino de Alicante atrae mucho turismo, tanto el turismo nacional como internacional, ya que cada vez son más los cruceros que hacen escala en el puerto de Alicante.

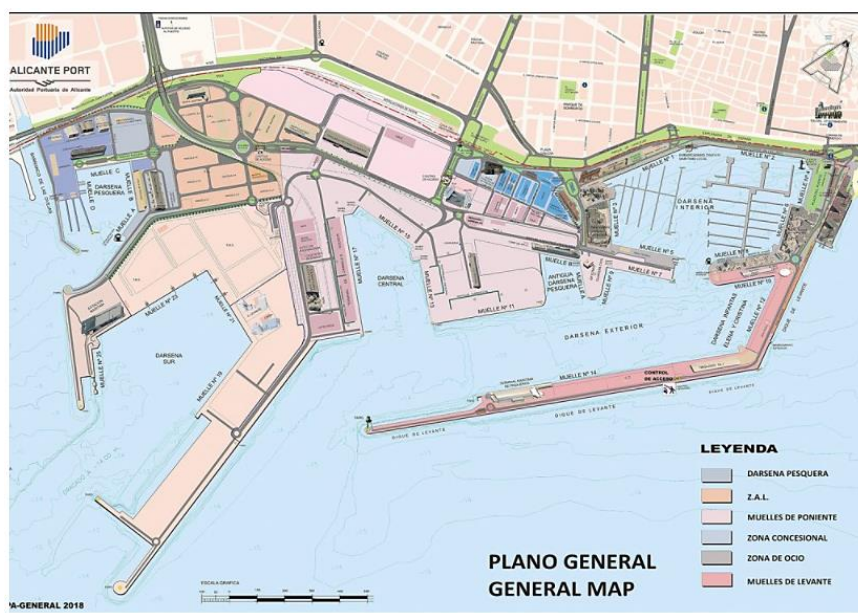
En cuanto a las características principales del puerto de Alicante destaca:

- El calado máximo es de 14,5 metros
- Carrera de marea despreciable
- Régimen de vientos reinante y dominante: Este, 7° Sur
- Canal de entrada:
 - Orientación: sur
 - Anchura: 500 metros
 - Calado en B.M.V.E.: 15 metros
 - Naturaleza del fondo: arenas y fangos
 - Longitud: 800 metros
- Boca de entrada:
 - Orientación: poniente
 - Anchura: 330 metros

3.2.1. Usos actuales de los muelles

El puerto de Alicante está dividido en cinco dársenas principales: dársena interior, exterior, central, sur y pesquera, además de la antigua ubicación dársena pesquera.

Ilustración 13. Plano del puerto de Alicante



Fuente: <https://www.puertoalicante.com/el-puerto/caracteristicas-tecnicas/plano-del-puerto/>

En la tabla siguiente se especifican las características más importantes de los muelles y en qué dársena están ubicados. Como se verá, en la dársena interior están ubicados los pantalanes para el atraque de barcos de recreo, generalmente; en el Dique de Levante la actividad principal desarrollada es el atraque de cruceros; los muelles 11, 13 y 15 son de uso polivalente mientras que el 17 es para la descarga de graneles; la dársena sur está constituida casi en su totalidad por muelles para uso particular de la concesionaria TMS a excepción de parte del Muelle 19, propiedad de la APA; y por último, al oeste de ésta, se encuentra la nueva ubicación de la dársena pesquera.

Tabla 1. Características de los muelles situados en el Puerto de Alicante.

DÁRSENA INTERIOR			
Muelle	Longitud (m)	Calado (m)	Empleos
1	324,94	2,00	Paseo Médico Pedro Herrero
2	357,94	2,00	Paseo Tomás y Valiente
3 (del noray 1-9)	160,32	3,00	Tráfico marítimo-local
4	191,00	5,00	Tráfico marítimo-local
5 (del noray 1-14)	249,83	6,00	Área técnica, Vigilancia Aduanera y Salvamento Marítimo
8 (del noray 1-20)	232,00	7,00	Embarcaciones menores
DÁRSENA EXTERIOR			
7 (del noray 1-10)	212,84	9,00	Mercancía general
7 (del noray 10-11)	38,04	9,00	Mercancía general
9 (del noray 1-8)	103,43	8,00	Polivalente/Ro-Ro
10 (del noray 1-10)	203,00	6,50	Varios
10 (del noray 10-14)	59,30	8,50	Varios
11 (del noray 1-21)	410,00	11,00	Polivalente
12 (del noray 1-17)	296,00	6,50	Varios
14 (del noray 1-19)	291,84	8,50	Varios
14 (del noray 19-30)	220,91	8,50	Pasaje
14 (del noray 30-52)	445,09	10,00	Pasaje
ANTIGUA DÁRSENA PESQUERA			
A (del noray 1-8)	127,80	6,50	Fuera de servicio
B (del noray 1-12)	155,00	6,00	Fuera de servicio
DÁRSENA CENTRAL			
13 (del noray 1-10)	240,00	13,00	Multiuso/ Polivalente/ Ro-Ro
15 (del noray 1-12)	253,92	13,00	Multiuso/ Polivalente
17 (del noray 1-12)	245,00	14,50	Multiuso/ Polivalente



17 (del noray 13-20)	206,00	14,50	Graneles sólidos sin instalación especial
DÁRSENA PESQUERA			
A (del noray 1-11)	76,00	4,00	Estación de servicio
B (del noray 1-20)	180,00	4,00	Lonja y Mercado de Mayoristas. Pescado fresco y congelado
C (del noray 1-18)	180,00	4,00	Astilleros
D (del noray 1-8)	86,00	4,00	Varadero
DÁRSENA SUR			
19 (del noray 1-15)	366,51	14,00	Sin definir*
21 (del noray 1-6)	155,20	14,00	Ro-Ro
21 (del noray 6-12)	147,91	14,00	Graneles por instalación especial
23 (del noray 1-14)	350,33	14,00	Contenedores
23 (del noray 15-20)	147,15	14,00	Pasaje y Ro-Ro
25 (del noray 1-8)	127,15	12,00	Pasaje y Ro-Ro

Fuente: <https://www.puertoalicante.com/el-puerto/caracteristicas-tecnicas/muelles-y-atraques/>

(*) Empleo modificado en 2020. Como se verá en los apartados siguientes, en el año 2020 ha tenido lugar las obras de ampliación de la terminal de TMS. Una de las actuaciones consistió en la ejecución de un dique RORO entre los muelles 19 y 21 generando dos rampas. Así pues, parte de esa alineación del Muelle 19 ha pasado a emplearse para carga y descarga rodada.

3.2.2. La red viaria

La situación geográfica del puerto de Alicante abarca una zona influyente, donde concurren ciudades tan importantes como Alicante, Elche, Murcia y Albacete, e incluso penetran en Madrid a través de la zona industrial del Vinalopó. Las ventajas de esta estructura de negocio espacial se basan en una óptima infraestructura de transporte: puertos, autopistas, carreteras y aeropuertos, potenciando así su capacidad exportadora y tradiciones comerciales.

Ilustración 14. Plano de accesos terrestres



Fuente: <https://www.puertoalicante.com/el-puerto/situacion-y-accesos/como-llegar/>

La comunicación por carretera del puerto con su zona de influencia se realiza mediante las siguientes carreteras: Autovía A-31 Alicante - Madrid; Autopista del Mare Nostrum a Valencia y Barcelona; Autovía a Alicante - Elche - Murcia enlazando con Autovía Almería y Cartagena, enlazando de igual modo la de Almería con Autovía de Málaga y Cádiz, siendo la red de grandes itinerarios de tráfico internacional. En cuanto a la red interior, está formada por el conjunto de viales de acceso y servicio a los distintos muelles de los sectores de Levante y Poniente, con una longitud total de 8.2 km, enlazándose entre sí y con la red nacional de carreteras mediante la Autovía de circunvalación de Alicante (Puertos del Estado, 2013).

Por otro lado, en el Puerto de Alicante concurren las líneas férreas de RENFE: Madrid - Alicante y Alicante - Murcia - Granada. La primera de ellas finaliza en la estación de Alicante Término y la

3.3 Terminales de contenedores

3.3.1. Subsistemas de la terminal

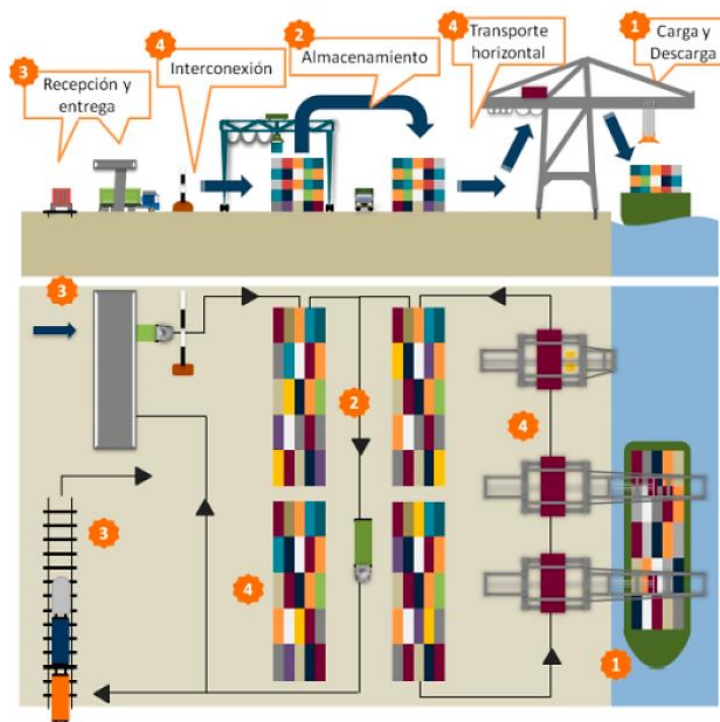
Una terminal portuaria es la instalación o conjunto de instalaciones portuarias que conectan el modo de transporte marítimo con los demás modos de transporte. Su misión es la de proporcionar tanto los medios como la organización necesaria para que el intercambio modal de la mercancía tenga lugar en las mejores condiciones de rapidez, eficiencia, seguridad, respeto al medio ambiente y economía (Monfort, y otros, 2011).

Además, una terminal portuaria también puede entenderse como un sistema integrado, con conexión física y de información con las redes de transporte terrestres y marítimas (Monfort, y otros, 2011). Dentro de este sistema, se pueden identificar a su vez cuatro subsistemas:

- **El subsistema de carga y descarga:** resuelve la interfaz buque-muelle, proporcionando la infraestructura y los equipos necesarios, para que la operación se revuelva satisfactoriamente.
- **El subsistema de almacenamiento:** se define como el área de acopio temporal de la mercancía que proviene del buque o viceversa. Este subsistema es el que ocupa la mayor parte de la superficie de la terminal.
- **El subsistema de recepción y entrega:** constituye la conexión de la terminal portuaria con la red viaria. Este subsistema se encarga de atender al transporte terrestre, ya sea por carretera o por ferrocarril.
- **El subsistema de conexión interna o interconexión:** es el subsistema que asegura el transporte horizontal entre los subsistemas de la terminal citados anteriormente.

Los anteriores subsistemas se ven reflejados en la siguiente ilustración:

Ilustración 16. Subsistemas de una terminal de contenedores.



Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

La ilustración anterior refleja una terminal con todos los subsistemas, pero existen terminales que poseen una estructura simplificada (ETSICCP-UPV, Unidad docente de Ingeniería Marítima y portuaria. Departamento de Transportes., 2016-2017):

- a) Terminales que no poseen el subsistema de interconexión que une la puerta terrestre con el almacenamiento. Los camiones externos entran directamente al almacenamiento.
- b) Terminales sin la interconexión entre la puerta marítima y el almacenamiento. El subsistema. El subsistema de carga y descarga abarca completamente al almacenamiento, pero no se dejan entrar los camiones externos hasta este subsistema, si no que los propios medios de la terminal actúan como subsistema de interconexión.
- c) Terminales sin subsistemas de interconexión. El subsistema de carga-descarga también opera en el almacenamiento y los camiones externos acceden directamente hasta él.

Subsistema de carga-descarga de buques o de línea de atraque

El subsistema de carga y descarga de buques se encarga de resolver la interfaz buque-muelle mediante la manipulación de la mercancía del buque a través de la infraestructura y el equipamiento necesario dispuesto en el muelle. Este subsistema será uno de los más limitantes en el cálculo de la capacidad de la terminal. Las características de la infraestructura necesaria dependen del tamaño de los buques portacontenedores. Las navieras exigen cada vez mayores productividades para disminuir al máximo el tiempo de estancia en la terminal. Por lo tanto, es necesaria una buena planificación de las llegadas de los barcos, para evitar la congestión del muelle y operar de forma eficaz, alcanzando las productividades deseadas y no entorpeciendo la conexión con el resto de subsistemas de la terminal.

Ilustración 17. Subsistema de carga-descarga en Muelle 23 de TMS



Fuente: propia.



Subsistema de almacenamiento de contenedores

El subsistema de almacenamiento tiene lugar en el llamado patio de la terminal, que ocupa la mayor parte de la superficie de esta. Su disposición y extensión están estrechamente relacionadas, no solo con los sistemas de carga y descarga, y entrega y recepción, sino también con los equipos de manipulación que vayan a trabajar expresamente en este subsistema, la tipología de la mercancía o con la lógica operacional empleada (sentidos de circulación, alturas operativas, zonificaciones).

Este subsistema está formado por agrupaciones de contenedores llamados bloques, de formas diferentes según el equipo que los manipule. Entre los bloques se disponen calles para que se produzca la interconexión. Con el objetivo de disminuir las remociones de los contenedores, es muy importante tener una optimizada planificación de las recogidas y entregas de los contenedores.

El subsistema de almacenamiento puede clasificarse según los equipos de manipulación que emplee el patio o explanada. Los sistemas convencionales que se emplean son: sobre remolques (platforms); mediante carretillas elevadoras (lift trucks), Straddle Carrier (SC), puentes grúa sobre neumáticos (RTG) o puentes grúa sobre raíles (RMG). Esta maquinaria se detallará en el siguiente apartado.

Dentro de los diferentes tipos de contenedores que podemos encontrar organizados en este subsistema, en el patio de almacenamiento se distribuirán por subzonas según si son:

- Contenedores llenos. Se separarán dependiendo si son import/export o de transbordo.
- Contenedores vacíos. Éstos se suelen colocar en otra zona, con alto apilamiento, y manipulados por equipos especiales para ello.
- Contenedores refrigerados o reefers. Se pueden disponer integrados en los bloques o aparte. Normalmente se suelen colocar en áreas separadas ya que necesitan de conexiones eléctricas para mantener la cadena de frío.
- Contenedores de mercancías peligrosas. Éstos deben de ser situados, en algunos casos, en lugares separados para garantizar la seguridad, aunque a veces, suele ser suficiente con no juntar dos contenedores conflictivos. Puede darse el caso de que se prohíba la permanencia en almacenamiento, lo que exige el embarque o desembarque directo.

Según (ETSICCP-UPV, Unidad docente de Ingeniería Marítima y portuaria. Departamento de Transportes., 2016-2017) en la práctica, el subsistema de almacenamiento o el de carga y descarga son los subsistemas limitantes en cuanto a la capacidad de la terminal, es decir, al tráfico que es capaz de movilizar. Esto es debido a que los otros dos subsistemas (interconexión y recepción/entrega) se pueden ampliar con facilidad, al disponer más equipos de interconexión, un mayor número de puertas..., mientras que ampliar el patio o la línea de atraque es más difícil, costoso, e incluso a veces imposible por falta de suelo.

Ilustración 18. Subsistema de atraque, interconexión y almacenamiento.



Fuente: <https://www.gruasyaparejos.com/grua-portico-para-contenedores/puerto-de-contenedores/>

Subsistema de recepción y entrega terrestre o puertas de entrada/salida

El subsistema de recepción y entrega es de gran importancia ya que constituye el área de acceso al recinto portuario y el punto inicial del contacto entre transporte terrestre exterior y la terminal. Un mal dimensionamiento del mismo y podría convertirse en un cuello de botella que afectara al funcionamiento del resto de la terminal.

Este subsistema se puede dividir en dos procesos distintos y continuados: primeramente, la operación de acceso a la terminal para, a continuación, producirse la recepción y entrega del contenedor a la maquinaria existente en la terminal.

Por lo tanto, este subsistema se encarga de atender al transporte terrestre, tanto por ferrocarril o por carretera. El transporte por carretera puede complicar mucho la gestión de este subsistema ya que hay mucha desigualdad de servicios entre horas punta y valle. En cambio, el ferrocarril permite concentrar la actividad en las horas punta deseadas, obteniendo rendimientos más elevados.

Los elementos que más afectan a este subsistema son: el tipo de tráfico del puerto, es decir, si es un puerto hub o gateway, el número de puertas para acceder a la terminal, el sistema de obtención e intercambio de información en las puertas y las inspecciones físicas y controles de precinto del contenedor. Las operaciones básicas a realizar en las puertas serían: adquirir información para el embarque y acreditar la retirada. Los controles a realizar son: identificar al conductor, obtener las matrículas del contenedor y del camión, pesado del contenedor, comprobación del estado del contenedor y comprobación de los precintos (si lleva mercancía). Este proceso genera colas en las entradas y se necesita de un tiempo determinado para realizar las gestiones necesarias. Como se verá más adelante, muchas terminales han optado por automatizar este proceso, con el objeto de ahorrar tiempo de servicio y no colapsar las entradas al puerto, pudiendo perjudicar al resto de subsistemas.

El contenedor debe pasar los controles de seguridad (scanner, radiología). Este servicio puede ser comunitario del puerto y realizarse en un recinto aparte, previo a la entrada a la terminal. La puerta está formada por un conjunto de taquillas, donde la mayor parte de ellas son de entrada y el resto de salida, con espacio para la formación de colas en caso de alto tráfico. Una vez se supera la puerta, según la terminal se dan las siguientes situaciones: se da acceso al patio para la entrega directa a almacenamiento (indicando el lugar), se le da acceso a un área próxima para que le atienda un medio de interconexión que bien le recogerá un contenedor o bien le entregará otro o se le da acceso al muelle para la carga y descarga de los buques (ETSICCP-UPV, Unidad docente de Ingeniería Marítima y portuaria. Departamento de Transportes., 2016-2017).

Ilustración 19. Puertas de acceso a Barcelona Europe South Terminal



Fuente: <https://www.aeutransmer.com/2018/10/01/la-irrupcion-de-los-megabuques-satura-las-terminales-portuarias/>

Los posibles sistemas de organización eficiente de la puerta son:

- **Preselección del tráfico**, para segmentar la entrada por los distintos tipos de tráfico: camiones que entregan contenedor lleno; camiones que entregan contenedor vacío; camiones vacíos que vienen a recibir contenedores vacíos o llenos.
- **Sistema de puerta previa**, donde se ubiquen los siguientes elementos: zona de seguridad opcional, puerta inicial con comunicación automatizada, puerta final con caseta de inspección, puerta única de salida.
- **Información anticipada**, donde la operación queda relegada a una mera comprobación de los datos, consiguiendo que la asignación de equipos se prevea con anticipación, optimizando el sistema, reduciendo tiempos y las posibilidades de error.

Por otro lado, si la terminal posee puerta ferroviaria, como es el caso de la terminal objeto de estudio, es muy importante conocer:

- **El lugar de la terminal por el que accede la vía férrea**, ya que constituye un trazado muy fijado.
- **La longitud de los trenes.**
- **El número de vías de los que se van a disponer.**

Para cargar o descargar los trenes, se suelen emplear puentes grúa similares a los RMG, colocados según el número de vías Ilustración 20. RMG sobre vía férrea. (Ilustración 20), o carretillas elevadoras como los reachstacker (Ilustración 21).

Ilustración 20. RMG sobre vía férrea.



Fuente: <https://www.konecranes.com/es-es/equipos/equipo-de-manipulacion-de-contenedores/gruas-portico-montadas-sobre-rail>

Ilustración 21. Reachstacker manipulando contenedores en vía férrea



Fuente: <https://adolfosuarezv.blogspot.com/2012/09/zonas-del-almacen.html>

Subsistema de interconexión interna

El subsistema de interconexión interna se encarga de enlazar los distintos subsistemas mencionados con anterioridad. Su función principal es asegurar el transporte horizontal de los contenedores por toda la terminal con la mayor rapidez, seguridad y eficiencia posible.



La interconexión consiste en un conjunto de viales y equipos de transporte. Según el sistema de manipulación en el almacenamiento, los viales se adaptarán a la maniobrabilidad de los equipos, con holguras que permitan la detención de éstos, o la presencia de otros equipos o material adicional, sin que afecte al funcionamiento de la terminal.

Además de estos subsistemas, hay que considerar si hay que ubicar los siguientes servicios y dónde hacerlo:

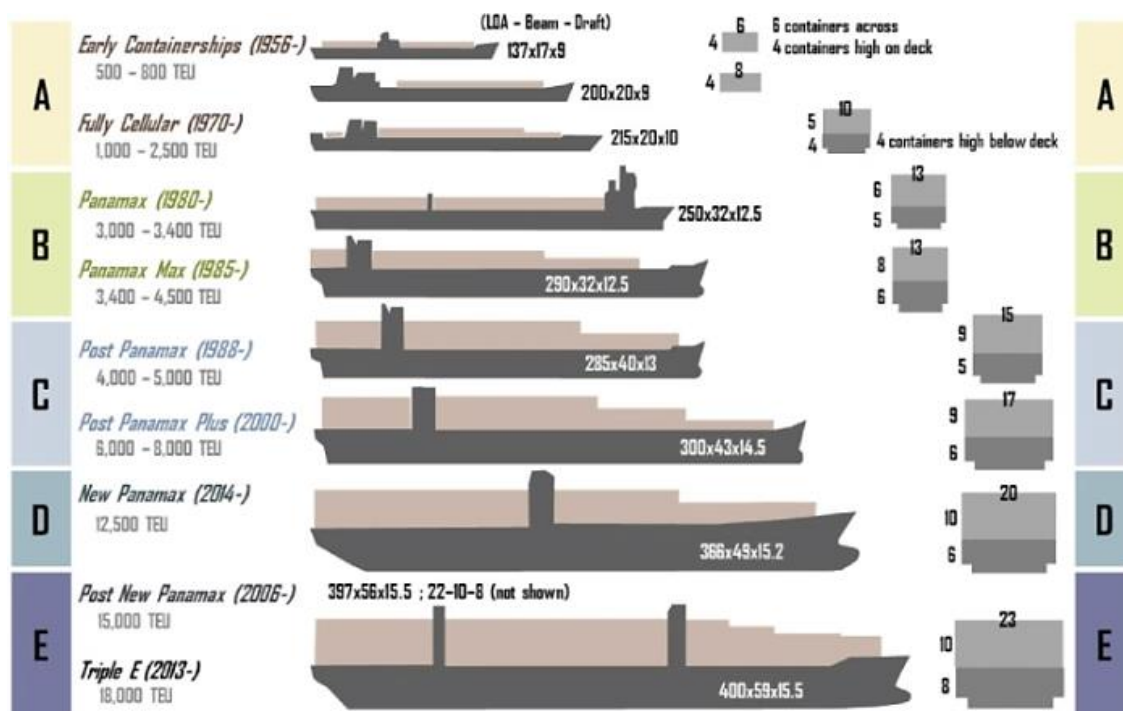
- *Container freight station* (CFS): zona dedicada a atender el tráfico LCL. No es habitual encontrarlo en muchas terminales.
- Las áreas de inspección para los organismos públicos con derecho a la misma, aduanera y para aduanera. Entre ellos se encuentran la Aduana (Agencia Tributaria) y los Servicios de Inspección en Frontera: Sanidad Exterior, Inspección de Farmacia, Inspección Veterinaria, Inspección Fitosanitaria y el Control de Calidad de la Exportación Agrícola (SOIVRE). Las inspecciones pueden realizarse en toda la terminal como recinto aduanero que es o disponer espacios para tales fines. Tales instalaciones reciben el nombre de Instalaciones Fronterizas de Control de Mercancías (IFCM).
- La administración de la terminal y la zona de control de las operaciones de la terminal.
- Los talleres para los servicios de mantenimiento o reparación de todo el equipo de la terminal.
- Los servicios complementarios: estación de servicio de combustible, limpieza de contenedores, zonas de descanso y aseo para conductores y operarios, etc.

3.3.2. Grúas de descarga de contenedores STS

Las grúas que se emplean para la operación de carga y descarga de los contenedores del buque son grúas pórtico, guiadas en su base mediante carriles que se disponen paralelos al muelle. Son denominadas con diferentes nombres: grúas de muelle, grúas portacontenedores, grúas pórtico, grúas *portainers*, STS (*Ship To Shore*) o QC (*Quay Crane*). Estas grúas están dotadas de 4 movimientos: sistema de traslación del pórtico, mediante la traslación longitudinal del pórtico de la grúa por los carriles situados en su base; movimiento de traslación del carro, a través de carriles implementados sobre la viga principal; sistema de elevación del carro para izar y arrizar el contenedor; y por último el sistema de izado de la pluma.

Las grúas de muelle han experimentado una evolución importante en los últimos años, debido al crecimiento de las dimensiones de los buques portacontenedores. La manga es la principal dimensión importante para la elección de la grúa de muelle, dado que ésta debe ser capaz de llegar hasta el contenedor situado más alejado de tierra. Actualmente, el buque portacontenedores más grande es el Triple E de Maersk, con una eslora de 400 metros y una manga de hasta 23 contenedores. En la imagen siguiente se muestra la evolución que han tenido los buques portacontenedores desde el año 1956.

Ilustración 22. Evolución del tamaño de los buques portacontenedores



Fuente: <https://vadebarcos.net/2015/01/17/cscl-globe-por-ahora-mayor-portacontenedores-mundo/>

Estas grúas se clasifican según la forma de izado de la pluma o según el alcance posible. La segunda clasificación es la limitante, ya que en función del alcance máximo posible de la grúa podrá atender a ciertos buques según su manga.

Ilustración 23. Grúa de muelle



Fuente: <https://www.liebherr.com/shared/media/maritime-cranes/downloads-and-brochures/brochures/lcc/liebherr-sts-cranes-technical-description.pdf>

Las Recomendaciones de Obras Marítimas (Puertos del Estado, 2011) muestra algunas características geométricas según el tipo de grúa: Feeder, Panamax, Post Panamax, Suezmax y Malacamax.

Tabla 2. Tipos de grúas para contenedores

TIPO DE GRÚA PARA CONTENEDORES							
Para buques con nº filas de contenedores en manga	< 13	13	13-17	17-19	19-22	≥ 22	
Tamaño buque máximo de proyecto	Feeder	Panamax	Post Panamax	Super Post Panamax	Suezmax	Malacamax	
Capacidad del buque (TEUS)	300-3.000	3.000-4.000	4.000-8.000	8.000-10.000	10.000-12.000	> 12.000	
Manga del buque (m)	21-32,3	32,3	32,3-43	43-46	46-53	53-60	
CARACTERÍSTICAS GRÚA							
Capacidad de elevación bajo spreader (kN)	320-400	400	500	520	580	+ 650	
Alcance lado mar (m)	30-35	35-47	45-47	50-55	55-60	65-75	
Alcance lado tierra (m)	10	12-18	15-18	15-20	15-20	15-22	
Max. altura de elevación sobre carriles (m)	25	30-34	34	34	36	40-46	
Max. altura total de elevación (m)	50	50	50	52	54	+ 60	
Gálbo bajo portal (m)	12	12	12	12-15	15	12-18	
Peso (kN)	4.000-5000	5.000-8.000	9.000-12.000	10.000-13.000	11.000-15.000	16.000≥20.000	
CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA							
Distancia (G) entre carriles (m)	15-30,50	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50-40	
Espacio entre patas (m)	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	
Separación (W) entre patas (m)	13-15	15-17	15-17	15-17	15-17	15,17	
Nº ruedas por pata (n)	6	8	8	8	8	8	
Separación (S) de ruedas (m)	1,00-1,20	1,20-1,50	1,30-1,50	1,30-1,50	1,30-1,50	1,30-1,50	
Distancia (B) entre topes (m)	20-24	24-27	24-27	24-27	24-27	24-27	
Distancia (A) tirante anclaje/agarre (m)	9	9	9	9	9	9	
MÁXIMA CARGA POR RUEDA (kN) ¹⁾							
En condiciones de Operación ²⁾	Vertical lado mar	450-600	500-600	600-850	900-950	950-1.000	> 1.025
	Vertical lado tierra	350-450	400-500	500-650	550-730	700-800	> 825
	Horizontal ⁵⁾	75-100	80-100	90-130	130-150	140-160	> 180
En condiciones Extremas ³⁾	Vertical lado mar	300-400	250-600	450-650	850-950	1.000-1.100	> 1.300
	Vertical lado tierra	400-500	300-650	450-750	750-850	900-1.000	> 1.200
	Horizontal ⁵⁾	45-60	50-100	70-110	130-140	130-150	> 195
MÁXIMA CARGA EN DISPOSITIVOS DE ANCLAJE							
En condiciones Excepcionales debido a viento extraordinario ⁴⁾	Tracción tirante de anclaje (kN/pata)	500-3.000	500-3.500	500-3.500	3.500-4.000	4.000-5.500	> 6.000
	Horizontal en brochado (kN/lado)	850-1.150	1.200-2.400	1.750-2.750	3.250-3.500	3.250-3.750	> 4.800

Fuente: (Puertos del Estado, 2011)

3.3.3. Equipos de almacenamiento y transporte horizontal de contenedores

Los equipos utilizados para solventar la interconexión entre subsistemas y el almacenamiento de la mercancía, constituyen el elemento caracterizador de la tipología de las terminales ya que, definen la configuración del patio: anchura y altura de las pilas, separación entre ellas y dimensionamiento de los viales internos para permitir el paso de la maquinaria de forma segura.

En función del tipo de maquinaria escogida, se obtendrá una densidad superficial diferente debido a las limitaciones de diseño impuestas por la tipología. A continuación, se ordenan de menor a mayor densidad superficial conseguida en la terminal.

a) Plataformas o chasis

Tradicionalmente, en terminales con grandes superficies de almacenamiento o donde el coste del suelo era barato, han utilizado este tipo de almacenamiento. Se trata de plataformas que junto con una cabeza tractora, circulan por el interior de la terminal conectando la línea de atraque con el patio de almacenamiento. A estos vehículos también se les conoce como mafis, en honor a la empresa MAFI, líder global en la fabricación de este tipo de maquinaria. Una evolución de este sistema es el acoplamiento de varias plataformas remolcadas por una cabeza tractora de mayor potencia (*Multi-Train System*, MTS). Así, una misma cabeza tractora podría remolcar hasta 5 unidades y permitir el apilamiento de hasta 2 alturas. Se consigue por tanto una reducción de personal y una disminución del flujo por la terminal, pero se necesitan mayores viales que permitan las maniobras.

Ilustración 24. Cabeza tractora y plataforma de la compañía MAFI.



Fuente: <https://www.mafi.de/en/products/trailers/>

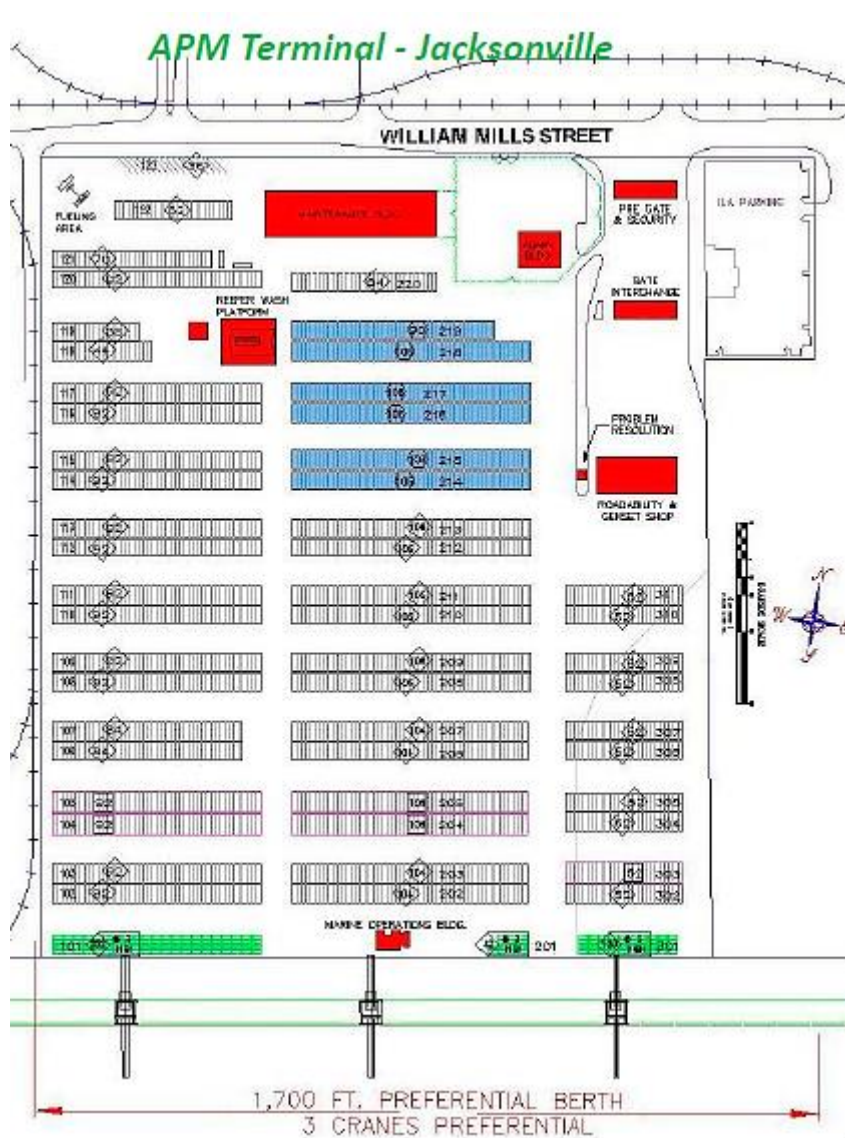
El modo de operar es el siguiente: desde una zona de acopio de plataformas vacías situada en el patio de almacenamiento, una cabeza tractora engancha una plataforma y se dirige a la grúa de muelle esperando a que ésta deposite un contenedor sobre la plataforma. Una vez la plataforma está cargada, se dirige hasta una zona de acopio de plataformas, donde la desengancha y la sitúa junto al resto de plataformas cargadas. Posteriormente, una carretilla transfiere el contenedor encima de la plataforma del camión externo.

Las terminales que usan este tipo de maquinaria para almacenamiento, tienen una densidad superficial (TEU/ha) reducida, ya que las plataformas no se pueden apilar en altura, se necesitan viales anchos que permitan la maniobra de aparcar la plataforma cargada. Es necesaria una zona de almacenamiento de las plataformas vacías y la inmovilización de las plataformas en el patio incrementa el coste de almacenamiento. En cambio, el grado de tecnificación requerido es bajo.

Sin embargo, con el objeto de reducir el espacio necesario para almacenar las plataformas cargadas, en algunas terminales de contenedores, han modificado el modo de operar, de modo que las plataformas, una vez cargadas por la grúa de muelle, se dirigen a la zona de almacenamiento donde una reachstacker, transfiere el contenedor a la pila de contenedores. De este modo, la plataforma vuelve de nuevo a la línea de atraque a esperar a ser cargada por un nuevo contenedor, cerrando el ciclo. Esta operativa ocurre de forma inversa, si la operación es la carga del buque.

En terminales que utilizan esta maquinaria, el patio de almacenamiento suele estar formado por bloques que se disponen paralelos al muelle. Cada bloque se divide en dos filas de plataformas con las traseras juntas, de forma que la cabeza tractora lo aparque y lo extraiga del bloque. Las dimensiones del bloque se adaptarán a las medidas disponibles y a la maniobrabilidad del conjunto cabeza-plataforma, aunque la longitud del mismo suele ser el equivalente a un atraque. Las separaciones típicas entre bloques suelen ser: 20 metros entre filas y 20-25 metros entre columnas, para permitir una circulación cómoda de los medios de interconexión.

Ilustración 25. Patio de almacenamiento sobre plataformas. APM Terminal-Jacksonville.



Fuente: (ETSICCP-UPV, Unidad docente de Ingeniería Marítima y portuaria. Departamento de Transportes., 2016-2017)

b) Carretillas

Las carretillas son equipos de patio que son capaces de trasladar y elevar los contenedores permitiendo su apilamiento. Por su gran flexibilidad, su capacidad de elevación y movilidad, pueden emplearse como equipos de patio, para interconexión, para el apilamiento de contenedores vacíos, en operaciones de recepción y entrega (descargando los contenedores de los camiones o del ferrocarril), además de como equipos de apoyo (ETSICCP-UPV, Unidad docente de Ingeniería Marítima y portuaria. Departamento de Transportes., 2016-2017).

En terminales que utilizan este tipo de maquinaria, el modo de operar es el siguiente: en una operación de descarga, la grúa de muelle deposita los contenedores en el suelo y las carretillas lo recogen, trasladándolo al patio y apilándolo. De forma inversa para las operaciones de carga.

Las carretillas han evolucionado desde su aparición, desde los *forklifts* hasta las carretillas elevadoras con *spreaders* o *semispreaders*, los *reachstackers* e incluso los *straddle carriers*. Dado que las dos últimas evoluciones de los *forklifts* (Ilustración 26) proporcionan densidades de patio diferentes respecto a las carretillas convencionales, se tratarán con más detalle a continuación.

Ilustración 26. Ejemplo de forklift en la terminal semiautomatizada Barcelona Europe South Terminal (BEST)



Fuente: <http://www.best.com.es/es/la-terminal/>

En cuanto a las carretillas, las hay de carga frontal, elevadoras o de tipo horquilla, tal y como se muestra en la Tabla 3. Resumen de tipología de carretillas.

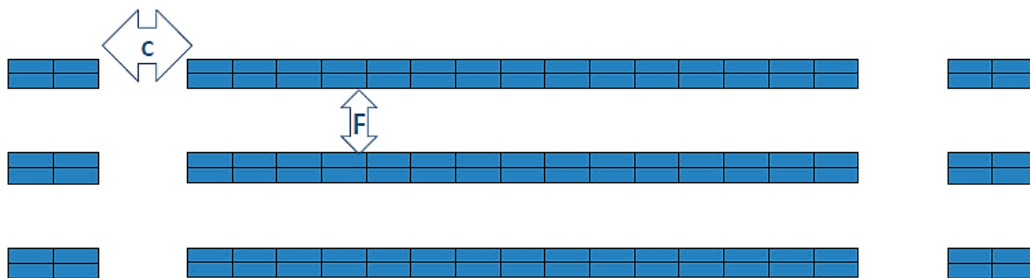
Dependiendo de la carretilla utilizada, pueden manipular o no contenedores llenos, debido a que les puede generar problemas de estabilidad o porque el sistema de enganche puede dañar la estructura del contenedor. Por este motivo, se ha evolucionado a otros tipos de carretillas que permitan la manipulación de contenedores llenos con seguridad. En general, las intensidades de uso del suelo son muy bajas porque las pilas de contenedores llenos son estrechas, de poca altura y deben estar bastante separadas.

El bloque se suele formar por dos filas de contenedores adosados, de forma que la carretilla pueda acceder a los contenedores por sus costados, o por la parte superior. Las altura de apilamiento suelen ser de 2 o 3. Las dimensiones típicas del bloque suele ser:

- Longitud del bloque: 20 o 25 TEU de largo, o el equivalente a un atraque
- Separación entre filas: 15 m (según maniobrabilidad de la carretilla)
- Separación entre columnas: 20 o 25 m, para que la circulación de los medios de interconexión y de las propias carretillas sea cómoda.

Los bloques se pueden disponer paralelos o de forma perpendicular al muelle, en función de las medidas disponibles en el patio, las características de los equipos utilizados y a la optimización de espacio y de los desplazamientos a realizar.

Ilustración 27. Ejemplo de disposición de un patio de almacenamiento mediante carretillas elevadoras.



Fuente: (ETSICCP-UPV, Unidad docente de Ingeniería Marítima y portuaria. Departamento de Transportes., 2016-2017)

c) Reachstackers

Los *reachstackers* son maquinarias muy versátiles que se pueden utilizar tanto para el almacenamiento en patio como para los movimientos de interconexión, para la recepción y entrega de camiones y ferrocarril o como equipo auxiliar de apoyo al resto (Monfort, y otros, 2011).

Constituyen una evolución de las carretillas convencionales, con los que se consigue mayor capacidad de carga, mejor accesibilidad a los contenedores apilados, mayor estabilidad y más versatilidad. Pueden alcanzar contenedores llenos situados en la segunda columna de la pila siempre y cuando se encuentren como mínimo a una altura por encima de los de primera, llegando a alcanzar los de la tercera columna si son vacíos.

Ilustración 28. Ejemplo de reachstacker de Hyster



Fuente: <http://www.interempresas.net/ObrasPublicas/FeriaVirtual/Producto-Carretillas-tipo-Reachstacker-Hyster-RS46-46000-kg-176254.html>

La organización del patio de almacenamiento en terminales que utilizan reachstackers como equipo de patio, suele ser de bloques de 3 o 4 contenedores de ancho. Aunque suponen una mejora en densidad superficial respecto a las carretillas convencionales, la densidad conseguida es reducida.

Este tipo de maquinaria suele estar presente en mayor o menor medida en las terminales ya que, en terminales grandes, suele ser utilizada como equipo auxiliar y en terminales de menor tamaño, puede utilizarse tanto para trasladar directamente el contenedor entre muelle y patio hasta para la recepción y entrega a equipos terrestres, como camiones externos o ferrocarril.

En la Tabla 3. Resumen de tipología de carretillas., se resumen las distintas tipologías de carretillas las cuales condicionan las disposiciones del patio.

Tabla 3. Resumen de tipología de carretillas.

ELEVADORA CON SPREADER	FORKLIFT	FRONTAL DE ENGANCHE LATERAL Y SEMISPREADER	FRONTAL CON ENGANCHE FRONTAL	SIDELOADER	REACHSTACKER
Fuente: SvetruckAB	Fuente: Konecranes AusioSL	Fuente: Fundación Valenciaport	Fuente: Fundación Valenciaport	Fuente: Fantuzzi Noell IberiaSLU	Fuente: Fundación Valenciaport

Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

d) Straddle carriers

Los *Straddle carriers* son carretillas pórtico que cargan el contenedor entre sus patas, a horcajadas, en paralelo a su dirección de desplazamiento, y pueden elevarlo a varias alturas. Es un tipo de maquinaria muy versátil que puede realizar todos los movimientos necesarios para el traslado de los contenedores por la terminal, almacenarlos, realizar la recepción y entrega de camiones externos, así como cargar y descargar los ferrocarriles, aunque no es muy recomendable para esta tarea en concreto. (Monfort, y otros, 2011).

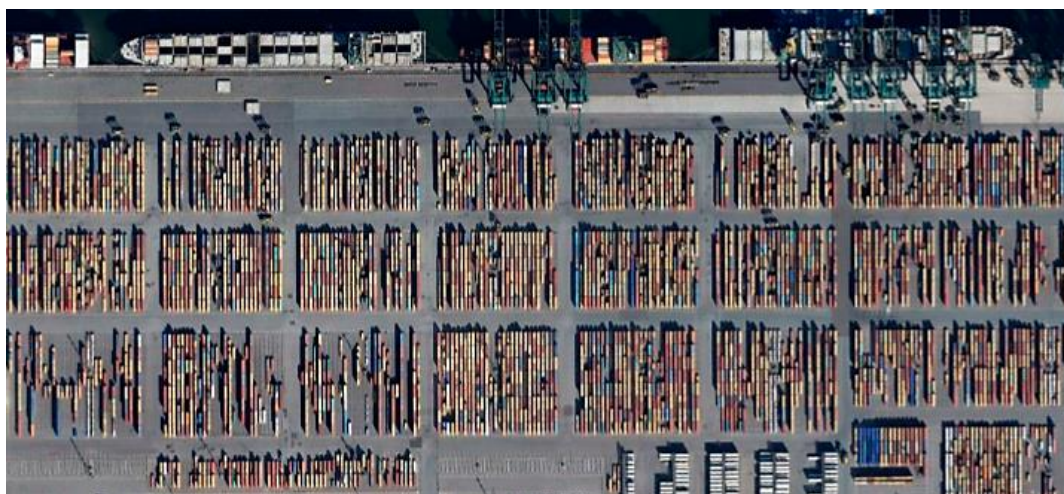
El modo de operar con esta maquinaria es el siguiente: la grúa portacontenedores deposita el contenedor en el muelle, desde donde la Straddle Carrier lo recoge y lo lleva al patio de almacenamiento. Las operaciones de recepción y entrega se realizan en una zona de la terminal entre el patio y las puertas dónde se encuentran los camiones externos.

Debido a las características de la maquinaria, las dimensiones de los bloques suelen ser las siguientes:

- Bloques formados por filas separadas entre 1,2 y 1,5 metros, para que haya suficiente distancia y se opere con seguridad.
- Ancho de la fila de un contenedor.
- Las filas de almacenamiento están formadas por entre 14 y 16 TEU de longitud.
- El número de filas que forman un bloque normal (excluidas esquinas y similar) varía entre 25 y 50, a veces incluso más.
- Alturas de apilado habituales: 2 alturas (2+1) o 3 alturas (3+1), indicando el “+1” el último nivel de apilado que debe quedar sin obstáculos.
- Entre los bloques se disponen calles para la circulación que miden entre 16-20 metros.

En cuanto a la orientación de las filas respecto al muelle, se puede orientar de forma paralela o perpendicular. La disposición perpendicular es la que mayor grado de optimización de desplazamientos y un mejor aprovechamiento del espacio, pero es bastante más propensa a accidentes, por lo que es más habitual ver patios organizado con filas paralelas al muelle, generando un flujo circular que evite el cruce de las trayectorias de los Straddle carriers.

Ilustración 29. Ejemplo de patio de almacenamiento mediante Straddle Carrier



Fuente: (ETSICCP-UPV, Unidad docente de Ingeniería Marítima y portuaria. Departamento de Transportes., 2016-2017)

Ilustración 30. *Straddle carriers*



Fuente: (ETSICCP-UPV, Unidad docente de Ingeniería Marítima y portuaria. Departamento de Transportes., 2016-2017)

Con este tipo de sistema se aprovecha mejor el espacio, obteniéndose una densidad de apilado mayor que con plataformas, carretillas o *reachstackers*. Es un sistema idóneo para terminales que manipulan entre 100.000 y 400.000 contenedores al año, que no requieren un uso intensivo de la superficie disponible. Además, permiten una flexibilidad operativa y velocidad elevada. En cambio, la altura de almacenamiento es limitada y el coste de mantenimiento es mayor (Monfort, y otros, 2011).

Un tipo de maquinaria similar al Straddle Carrier, pero de menor tamaño y de altura 1+1 es el *shuttle carrier* (ShC). No sirve como equipo de almacenamiento, pero es considerado un equipo ágil y rápido de interconexión entre el muelle y el patio. Además, permite el desacoplamiento del funcionamiento de los subsistemas al permitir que tanto las grúas de muelle como las de patio puedan trabajar sin esperar al equipo de transporte interno. Las hay de dos tipos: sin capacidad de apilado y que por tanto se limita a transportar contenedores de un lado a otro o las que tienen capacidad de apilado 1+1.

e) *Rubber Tyred Gantry cranes* (RTGs)

Los equipos *Rubber Tyred Gantry*, o grúas pórtico sobre neumáticos, son grúas autopropulsadas que se desplazan siguiendo trayectorias rectilíneas sobre las pilas de los contenedores que ellas mismas van formando entre sus patas (Monfort, y otros, 2011)

La operación de descarga de un buque se desarrolla de forma que la grúa portacontenedores descarga el contenedor sobre una plataforma, la cual se desplaza el carril situado junto o entre las patas de la RTG para que ésta lo recoja y lo posicione en la pila de almacenamiento. Así la

plataforma queda liberada y pueda de nuevo dirigirse hacia el muelle dónde comenzar el proceso de descarga del buque. La operación de carga sigue el proceso inverso.

Las terminales con sistemas de almacenamiento de RTGs, suelen utilizar como equipos de interconexión entre muelle y patio, a los mafis (cabeza tractora con plataforma), reachstackers y otros tipos de carretillas.

Ilustración 31. Ejemplo de sistemas RTGs



Fuente: <https://www.marinelink.com/news/konecranes-deliver-africa349960>

Debido a las características de la maquinaria, las características de los bloques suelen ser las siguientes:

- Bloques rectangulares alargados
- Longitud del bloque similar a la eslora del buque tipo
- Ancho: 6 contenedores + 1 para que circule el medio de interconexión, que puede ser un camión externo o interno. Existe una variante de RTG en la que el carril de carga o descarga está situado en la parte externa de las patas, por lo que la maquinaria debe ser más ancha para que el contenedor pase entre los pórticos.
- Altura: desde 3 hasta 5 + 1, aunque existen otras RTG con medidas superiores.
- Los bloques se suelen disponer paralelamente al muelle y separados una distancia suficiente para permitir el movimiento de los equipos de interconexión. Cada cierta distancia, se dispone en el suelo un área de giro de las RTGs para poder cambiarse de un bloque a otro (en la Ilustración 32 se muestra como rectángulos de color amarillo)

Ilustración 32. Ejemplo de una terminal RTG



Fuente: (ETSICCP-UPV, Unidad docente de Ingeniería Marítima y portuaria. Departamento de Transportes., 2016-2017)

Las terminales de contenedores que emplean este tipo de sistema de almacenamiento obtienen una densidad de apilado alta, aumentando conforme crece el tamaño de la pila. En las grandes terminales, como son las situadas en los países asiáticos, se han observado bloques de almacenamiento de 13+1 de anchura y de 7+1 de altura.

f) *Rail Mounted Gantry cranes (RMGs)*

Los sistemas de almacenamiento *Rail Mounted Gantry cranes (RMG)* son unas grúas pórtico, parecidas a las RTGs, pero que se desplazan sobre raíles y que generalmente, son de dimensiones superiores.

Debido a las características de la maquinaria, las características de los bloques suelen ser las siguientes:

- Bloques rectangulares y muy largos.
- Anchura de los bloques de 8 a 12 contenedores normalmente, aunque los hay de hasta 20 contenedores.
- Altura máxima de apilado que varía desde los 4 a los 5 + 1 contenedores llegando incluso a los 8 + 1.
- Cada bloque suele disponer de al menos 2 RMGs, por si hubiera una avería en una de las máquinas.
- La comunicación con el medio de interconexión se realiza bien disponiendo un vial en los lados externos de los bloques, utilizando RMGs que dispongan de voladizos exteriores para que el *spreader* se sitúe sobre los camiones o bien disponiendo un vial en el centro del bloque.

Debido a los tamaños de bloque, es el sistema de almacenamiento con el máximo aprovechamiento de superficie, aunque también el que necesita de más remociones innecesarias.

Los sistemas RMGs se utilizan normalmente, en terminales con mucho tráfico y poco espacio, incluso también en aquellas que disponen de un tráfico ferroviario importante. Debido a su naturaleza de circular sobre raíles, los movimientos están más limitados que con las RTGs, pero resultan más fáciles de automatizar, convirtiéndose en uno de equipos de patio más habituales en las terminales automatizadas. Otras de las desventajas de este sistema es su elevado peso (por lo que necesita de una infraestructura con una cimentación reforzada), la falta de flexibilidad al ser un sistema sobre raíles y la dificultad de hacer remociones si la ocupación es muy elevada. Además, dado que se suelen disponer como mínimo de 2 pórticos por bloques, si uno de ellos tuviera una avería, impediría que el otro pórtico pudiera circular por el resto del bloque, ya que los equipos convencionales de RTGs no pueden cruzarse. A día de hoy, ese problema se ha resuelto instalando una de las grúas de tamaño menor, de modo que puedan cruzarse (*Double Rail Mounted Gantry Crane, DRMG*), aunque esta solución aumenta el coste de la instalación y disminuye la densidad de apilado al ser una de las grúas de menor tamaño.

Por último, se muestra en la Tabla 4 un resumen de las principales características de la maquinaria empleada para el apilado y la interconexión en las terminales de contenedores.

Ilustración 33. Grúa pórtico para contenedores AR-RMG



Fuente: <https://gruaportico.cl/grua-portico-para-contenedores/>

Tabla 4. Caracterización de la operativa de la terminal según tipología de equipamiento de patio empleada

	Plataformas	Carretillas	Reachstackers	Straddle Carriers	RTGs	RMGs
Altura de apilado	1	3 (llenos) 6-9 (vacíos)	3	2-3	3-5	4-5
Anchura de pila	np	4 (llenos) Vacíos en bloque	4	1	6	8-12
Densidad superficial	Muy baja	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Requisitos de pavimentación	Muy bajos	Muy bajos	Muy bajos	Medios	Altos	Muy altos (raíles)
Coste de adquisición	Alto	Bajo	Medio	Alto	Alto	Muy alto
Coste de mantenimiento	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto
Años vida útil	5	6-7	8-10	7-8	10	20
Posibilidad de automatización	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Baja	Alta	Muy alta
Costes de personal	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto	Muy baja
Capacitación del personal	Baja	Baja	Medio	Alta	Alta	Bajo
Integridad de contenedores	Alta	Baja	Baja	Baja	Media	Alta
Flexibilidad de operaciones	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Baja
Facilidad de ampliación	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Baja
Facilidad cambio de layout	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja	Muy baja
Eficiencia energética	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	Alta
						

Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

4. Análisis de la situación actual

4.1 Terminal de la concesionaria TMS

Terminales Marítimas del Sureste (TMS) constituida en 2003 impulsó la ampliación sur del puerto de Alicante. Inicialmente, el capital social se repartía al 50% entre OHL y Grupo Boluda, la naviera del presidente de la Asociación Valenciana de Empresarios (AVE). OHL ejecutó la ampliación sur del puerto durante la época de Mario Flores como presidente, a cambio de quedarse con la concesión de cuatro muelles con tres terminales: la terminal de pasajeros (muelles 23 y 25), la de graneles sólidos y líquidos (muelle 19 y 21), y la multipropósito (donde se cargan fundamentalmente contenedores en el muelle 23) (Alicanteplaza, 2018).

En 2007 la terminal de TMS abre sus puertas y en 2009, tras finalizar la ampliación del puerto, Boluda vendió la mitad de la empresa a OHL, por lo que Villar-Mir se convirtió en el único accionista de TMS. En 2015, el Consejo de Administración de la Autoridad Portuaria de Alicante acordó ampliar el mandato inicial de la compañía en 12 años y mantener las condiciones establecidas en el primer contrato. Así pues, los derechos de concesión para operar la terminal marítima por TMS finalizarán el 1 de julio de 2047 (Alicanteplaza, 2018).

En 2018, el fondo de origen australiano *IFM Investors*, con sede en Melbourne, acordó la compra a OHL de su filial OHL Concesiones por 2.775 millones de euros. *IFM Investors* rebautizó a la filial de OHL como Aleatica (El Economista, 2018). La venta del 100% de TMS al fondo australiano formó parte del acuerdo global que OHL cerró con *IFM Investors*, ya que éste es el principal socio de OHL fuera de España (El Economista, 2018).

Aleatica (OHL Concesiones) cuenta con 15 autopistas (1.088 kilómetros) en cinco países: siete en México, tres en Chile, dos en España, dos en Perú y una en Colombia. Además, gestiona el aeropuerto de Toluca (México) y las terminales portuarias de Tenerife, Alicante y Valparaíso (Chile). Por la venta, OHL ingresará 2.235 millones de euros, con unas plusvalías de 50 millones (El Economista, 2018).

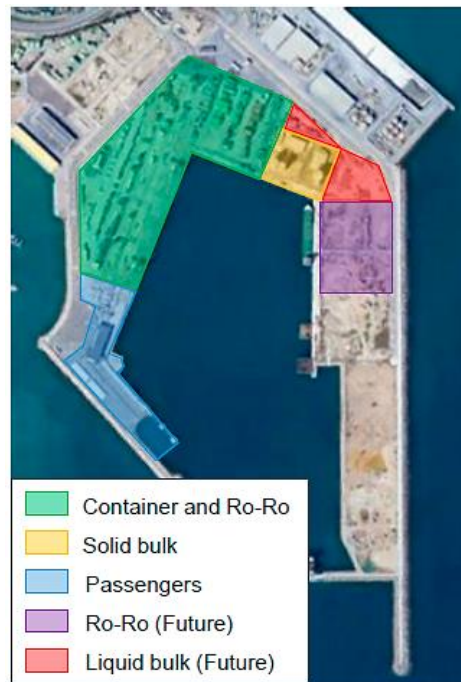
4.1.1. Estudio de mercado

En el presente apartado se analiza la información desarrollada en el estudio de mercado que la empresa *ALG by Indra* realizó a petición de Aleatica a finales de 2019 y que ha sido facilitada por TMS.

La terminal de TMS estaba proyectada para acoger en sus instalaciones una terminal pequeña de contenedores dedicada de Boluda, una terminal de pasajeros con línea Alicante-Orán, cinco empresas cementeras y una empresa del sector de la harina. Finalmente, solo se asentaron dos de las cinco empresas cementeras (Cimsa y Colacem), el sector de la harina rechazó su instalación, la cantidad real de pasajeros en la terminal fue menor a la esperada y la pequeña terminal de contenedores pasó de estar en un segundo plano a convertirse en el negocio que sustenta la terminal de TMS.

Aleatica gestiona las dos terminales portuarias en España que pertenecían a OHL Concesiones: TMS y TCTenerife. Cubren tanto el mercado del Este del Mediterráneo como las Islas Canarias y el Este de África. Como se verá en detalle en los siguientes subapartados, TMS gestiona cuatro tipos de tráfico en sus instalaciones: tráfico de contenedores y pasajeros, carga y descarga de cemento y tráfico *Roll On-Roll Off*. En la siguiente ilustración se observa el área dedicada a cada tráfico. La superficie total de la terminal es de 36.5 Ha y la longitud de la línea de atraque es de 1,290 metros.

Ilustración 34. Planta usos terminal de TMS en dársena sur.



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

A. Tráfico de contenedores

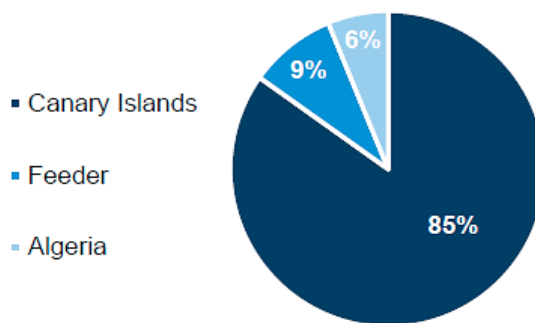
Los principales tráficos que controla TMS en la terminal de contenedores son el tráfico hacia las Islas Canarias, el tráfico *feder* y a Argelia.

Los clientes habituales en la terminal son los siguientes: *Boluda Lines*, *JSV*, *NISA*, *W.E.C Lines* y *ACL*.

En 2019, la terminal de contenedores disponía en el Muelle 23 de dos grúas STS, 305 metros de línea de atraque y una capacidad para 250.000 TEU. Tras las obras de ampliación del carril de la grúa hacia el sur que han tenido lugar en 2020, la línea de atraque para buques portacontenedores se ha ampliado a los 370 metros y TMS ha adquirido una nueva grúa portacontenedores *Liebherr*, de características similares a las existentes. Es importante recalcar que no se ha aumentado la capacidad de almacenamiento de contenedores, ya que al sur de esta terminal se encuentra la terminal para pasajeros.

Respecto al tráfico de contenedores en TMS, se ha observado una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 8.7% en los últimos 5 años, pasando de 124.000 TEU en 2015 a 174.000 TEU en 2019. Como se observa en la gráfica siguiente, la línea más importante que opera TMS está relacionado con el tráfico hacia las Islas Canarias, el cual alcanza un 85% del volumen total de contenedores.

Gráfica 4. Desglose del tráfico de contenedores (en miles de TEU, 2014-2019E*)



*Based on YTD data from January to September 9th

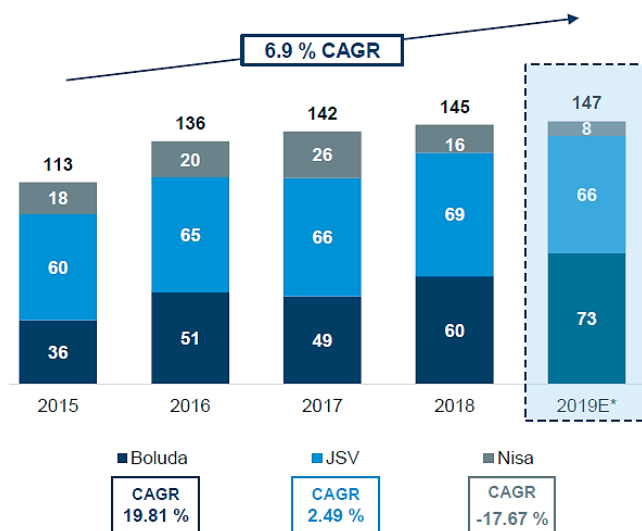
Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

— Islas Canarias

Dada la importancia de este tráfico para la terminal objeto de estudio, es fundamental conocer sus características y cómo se prevé que va a evolucionar en los años siguientes.

En la Gráfica 5 se observa el volumen de contenedores que mueve cada compañía naviera desde 2015 al 2019. Boluda ha experimentado un CAGR del 19,81% en 5 años mientras que JSV, principal compañía en este mercado hasta 2018, ha crecido un 2.49%. Por otro lado, Nisa ha descendido su presencia en este mercado de forma considerable.

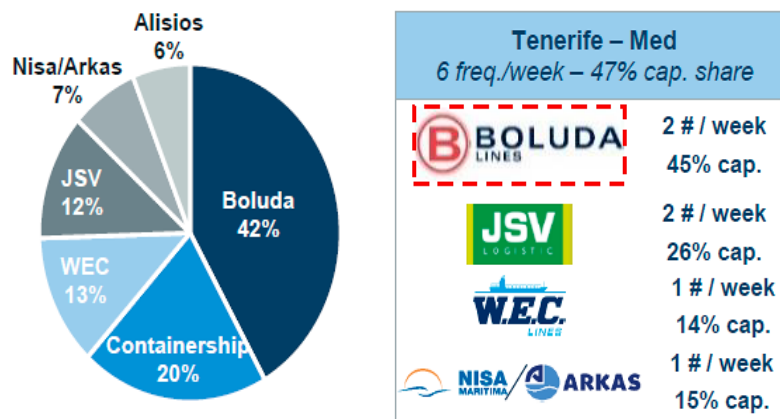
Gráfica 5. Tráfico de contenedores por compañía naviera en las Islas Canarias (en miles de TEU, 2015-2019E*)



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

Boluda es la naviera líder por cuota de capacidad en el corredor Península-Canarias (42%), siendo la única que cubre todas las fachadas: Canarias-Norte de la Península, Tenerife-Andalucía y Tenerife-Mediterráneo. La capacidad ofrecida se concentra en la fachada mediterránea (47%), mientras que las frecuencias se distribuyen de forma similar con JSV, WEC Lines y Nisa, siendo de 2 por semana.

Gráfica 6. Servicios marítimos Península-Islas Canarias



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

El tráfico está muy repartido por los puertos de la Península, que dominan su hinterland directo, mientras que la carga madrileña se disputa por todas las fachadas. La fachada mediterránea es la dominante en el tráfico de contenedores a Canarias, siendo Alicante el principal puerto. El tráfico de Madrid asciende a unos 100.000 TEU y se distribuye principalmente entre Alicante y Sevilla, y Vilagarcía (esta última desde junio de 2019). Sevilla y Vilagarcía tienen restricciones de calado en sus canales de navegación que limitan el tamaño de sus embarcaciones, lo que repercute en los costes marítimos. El puerto de Alicante dispone de mayor calado respecto a Sevilla y Vilagarcía y por lo tanto puede trabajar en buques de hasta 1.756 TEU. Como resultado, Alicante tiene una ventaja competitiva frente a los puertos de Sevilla y Vilagarcía para la carga de Madrid, alrededor de 100 € / contenedor.

Gráfica 7. Distribución del tráfico Península-Islas Canarias por puerto (en miles de TEU, 2019 E*)



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

Boluda sigue una estrategia basada en la ganancia de participación de mercado mediante un precio agresivo y la optimización de sus propias terminales. No obstante, no se espera un impacto relevante en TMS en cuanto al volumen total dada la mayor competitividad del tráfico de Alicante en Madrid.

— Feeder

En primer lugar, el tráfico de **W.E.C Lines** en TMS se ha mantenido estable durante los últimos años, con el mismo perfil de tráfico (100% importación total). MSC está comenzando a probar una estrategia intermodal en la Península. Ha adquirido *Medway*, un operador intermodal portugués. Además, ha puesto en marcha varios servicios ferroviarios desde Sevilla con Sines y Valencia. Sin embargo, esta estrategia puede que no afecte a Alicante sino solo a determinadas zonas como el sur de la Península. De hecho, por ejemplo, el Puerto de Cádiz ya ha sufrido sus efectos. Como resultado, se espera que continúe el tráfico *feeder* de W.E.C Lines en Alicante.

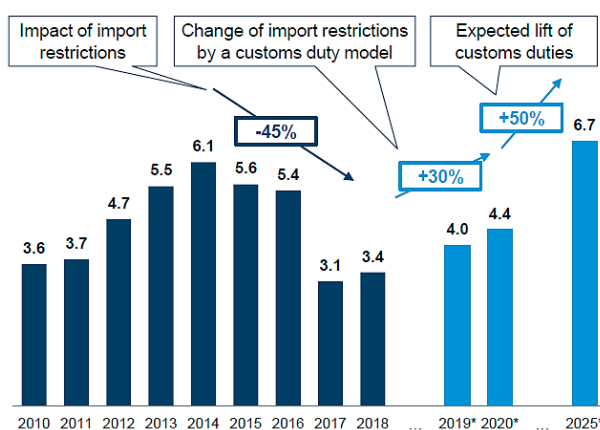
En segundo lugar, **Maersk** inició en mayo de 2019 un nuevo servicio semanal en Alicante bajo *X-Press Feeders* con un total estimado de 12.000 movimientos por año, con contrato de un año. El 75% de la carga que se maneja en TMS pertenece a Tempe (Inditex), que cuenta con un centro logístico a 10 km de TMS. Alicante aprovecha unos tiempos de tránsito más reducidos en la ruta Asia-Alicante por TS en Algeciras que, en la anterior ruta directa por Valencia, debido al tiempo de despacho en Valencia. Se espera que los volúmenes se mantengan en TMS ya que no se informa que cambien los tiempos de despacho de Valencia y el principal propietario de la carga está muy cerca del puerto

La provincia de Alicante tiene un importante tráfico de importación-exportación de contenedores, que se maneja principalmente a través del puerto de Valencia. CMA-CGM cubre el Mediterráneo español directamente a través de Barcelona/Valencia/ Algeciras, mientras que su línea *feeder Containership* cubre la fachada atlántica. El resto de líneas navieras no tienen una estrategia *feeder* para cubrir España y la atienden a través de los principales puertos (COSCO, Hapag Lloyd...). Además, la tendencia global indica el aumento de llamadas directas y Valencia tiene planes de expansión. Como resultado, no se espera tráfico adicional relevante en Alicante.

— Argelia

Antes de 2019, Argelia tenía una política de restricción de importaciones para promover industrias no dependientes del petróleo en el país e incluso la balanza comercial existente. Se propuso un nuevo modelo para cambiar la política de importaciones y pasar a un modelo de derechos de aduana. De esta manera, la mayoría de los productos requieren el pago de un cierto arancel de importación (entre 30% y 200%), pero al menos no existen restricciones. No se espera que los derechos de aduana se levanten en 5 años, pero se espera que los volúmenes de exportación de España a Argelia se recuperen progresivamente, alcanzando niveles previos a las restricciones en 2025.

Gráfica 8. Evolución de las exportaciones de España a Argelia (Mt)



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

Como conclusiones al estudio realizado por ALG, respecto a las Islas Canarias:

- El tráfico de contenedores vinculado al mercado de Canarias seguirá la evolución del mercado. La evolución del mercado considera los mismos supuestos que la previsión de la pasarela de Tenerife. Además, la consideración de una cuota de mercado estable para la carga de Madrid como estrategia de Boluda de optimizar sus propios activos portuarios no afectaría a TMS dado su mejor posicionamiento competitivo con respecto a Sevilla y Vilagarcía.
- Se supone que Boluda absorberá todo el tráfico de NISA para 2021, lo que no afectará las cifras totales, pero cambiará la participación de mercado relativa entre estas líneas navieras.

Respecto al tráfico *feeder*:

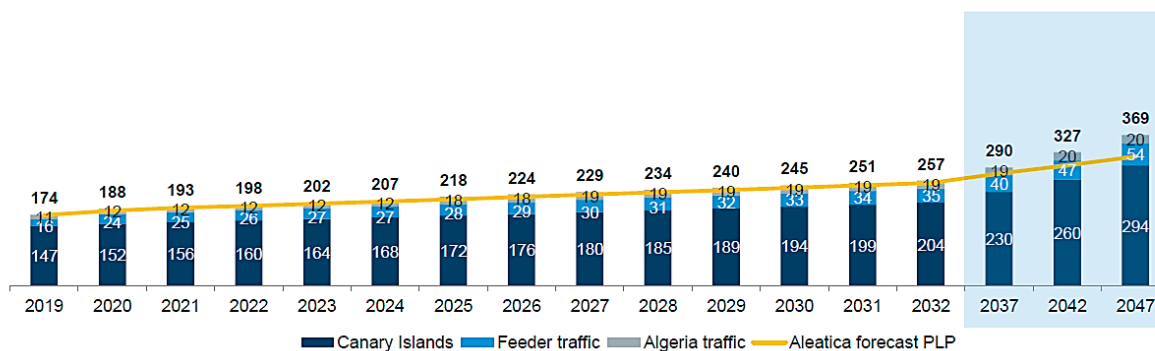
- Se espera que el tráfico de WEC Lines se mantenga, ya que no se espera que la incipiente estrategia intermodal de MSC afecte a Alicante, y las cifras evolucionarán con la evolución del mercado.
- Se espera que el tráfico de *Maersk* continúe dados sus tiempos de tránsito competitivos y que el 75% de la carga será de un cliente cautivo; en 2020, consideración de los volúmenes anuales comprometidos y desde entonces las cifras evolucionarán con la evolución del mercado.
- La evolución del mercado seguirá el crecimiento total de la pasarela de contenedores española con una correlación con la evolución del PIB español.

Respecto al tráfico con Argelia:

- Se prevé un crecimiento del 10% en 2020 basado en el cambio de las restricciones de importación al modelo de aranceles aduaneros, y un crecimiento del 30% en 2025 basado en el modelo de levantamiento esperado de aranceles aduaneros. Los años restantes, las cifras evolucionarán con el crecimiento del PIB de Argelia.

Por último, en la gráfica siguiente se muestra la previsión de crecimiento del tráfico de contenedores en la terminal de TMS hasta el año fin de la concesión en 2047. Se espera un CAGR del 2,72%, aumentando las cifras de tráfico de 174.000 TEU a 369.000 TEU. Teniendo en cuenta que la capacidad actual de la terminal situada en el Muelle 23 es de 250.000 TEU, en el año 2030 la capacidad se verá agotada. Esta situación podría producirse antes si, además del tráfico *import-export* que actualmente opera TMS, ésta acogiera en sus instalaciones tráfico de transbordo.

Gráfica 9. Previsión de tráfico de contenedores (en miles de TEU, 2019E-2047)



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

B. Tráfico de pasajeros

Las instalaciones para el tráfico de pasajeros están ubicadas en el sur del Muelle 23 y en el Muelle 25. A grandes rasgos, estas instalaciones están compuestas por el edificio de la terminal, por las zonas de espera cubiertas, por los parkings, así como por una pasarela elevada con dos *fingers* para conectar el muelle con el barco y dos rampas RORO. El tipo de tráfico es Ro-Pax y las dos líneas disponibles son: Alicante-Orán y Alicante-Argel. Esta última línea solo se pone en servicio durante los meses de la Operación Paso del Estrecho (OPE).

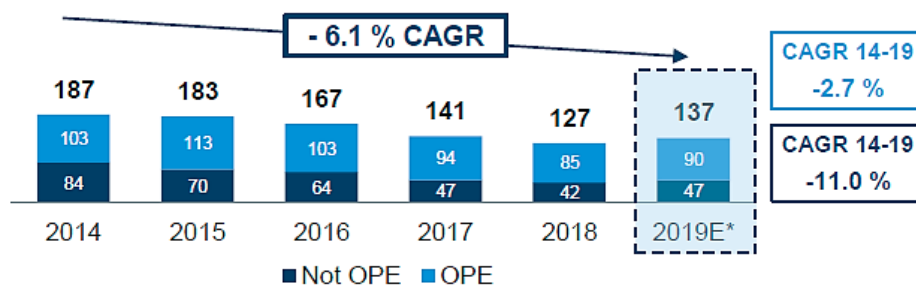
Ilustración 35. Vista aérea de la Terminal de Pasajeros de TMS



Fuente: TMS

En la Gráfica 10 se observa la disminución del número de pasajeros en los últimos 5 años. La mayor caída se registra en el tráfico no OPE, con disminución del 11%.

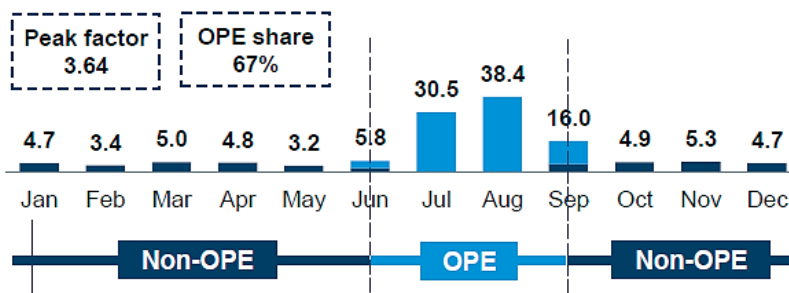
Gráfica 10. Tráfico histórico de pasajeros (en miles de pasajeros, 2014-2019E*)



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

Por otro lado, como se observa en la Gráfica 11, hay una alta estacionalidad vinculada a la dinámica de la Operación Paso del Estrecho, el cual concentra el 67% del volumen anual en tres meses. Dada las grandes diferencias en cuanto a cifras, se procede a analizar cada tráfico por separado, OPE y no OPE

Gráfica 11. Estacionalidad de pasajeros (en miles de pasajeros, 2018)

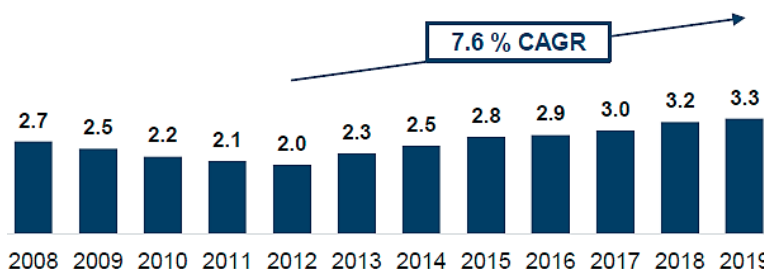


Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

— Tráfico OPE

El tráfico total de pasajeros OPE a través de España ascendió a 3,3 millones de pasajeros en 2019, habiendo experimentado un fuerte aumento desde 2012 (7,6% CAGR).

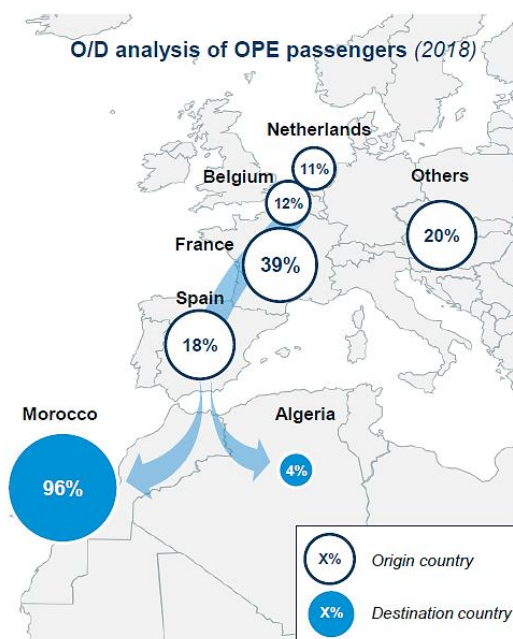
Gráfica 12. Evolución del tráfico de pasajeros OPE (en millones de pasajeros, 2012-19)



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

Como se observa en la gráfica siguiente, Francia es el principal origen de los viajeros OPE que representan el 39% del total.

Ilustración 36. Análisis de los pasajeros OPE (2018)



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

Por otro lado, es importante considerar la participación entre el modo aéreo y marítimo para los pasajeros OPE. En los últimos años se ha mantenido estable y existe una baja estacionalidad en el modo aéreo.

En la Tabla 5 se observa que Alicante compite por el tráfico OPE a Argelia con Almería, Valencia y Barcelona. En cuanto a costes, las rutas desde Alicante son un 63% más caras y tardan un 8% más que las mejores alternativas de puerto OPE (considerando un viaje tipo entre París y Argelia para un coche tipo con dos adultos y dos niños), que son Almería y Valencia.

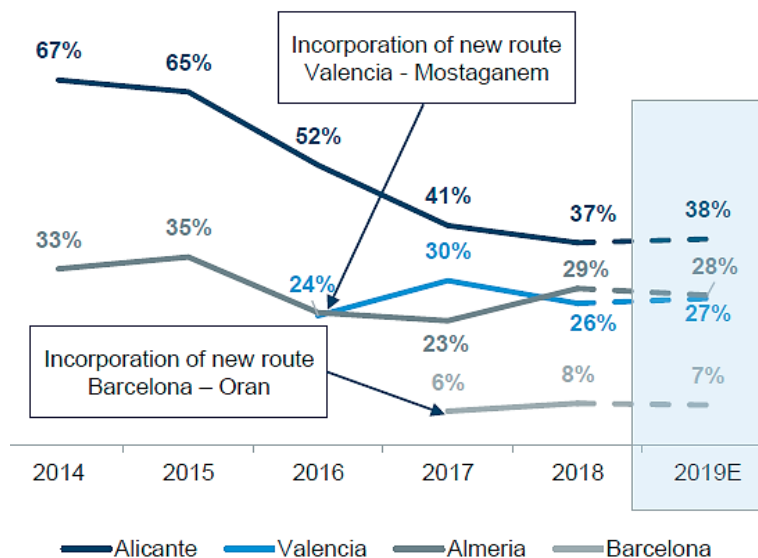
Tabla 5. Evaluación competitiva de las rutas OPE entre España y Argelia.

Operator	Average vessel capacity	Average weekly frequency	Average weekly capacity	Start of service
Alicante 	1,320 pax	5 per week	13,200 pax/week	Before 2014
Barcelona 	1,320 pax	1 per week	2,640 pax/week	2017
Valencia 	1,675 pax	4 per week	13,400 pax/week	2016
Almeria 	1,560 pax	6 per week	18,726 pax/week	Before 2014

Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

Sin embargo, Alicante está bien posicionada en cuanto a frecuencia (5 por semana), lo que es un importante impulso para este tipo de tráfico. Debido a este posicionamiento, Alicante ha perdido cuota de mercado en los últimos años, también debido a la incorporación de nuevas rutas en Valencia y Barcelona. Sin embargo, la situación se ha estabilizado en 2019 (frenando la pérdida de cuota de mercado), situación que puede continuar en los próximos años.

Gráfica 13. Cuota de mercado OPE entre España y Argelia (en miles de pasajeros, 2014-2019E*)



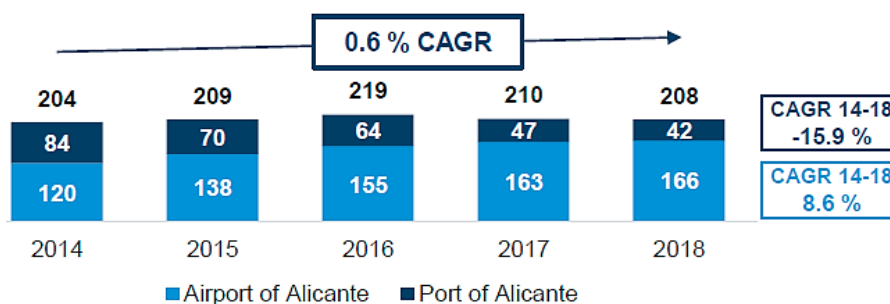
Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

— Tráfico no OPE

El perfil del tráfico no OPE se relaciona con un hinterland más cercano (principalmente provincia de Alicante) y tiene en cuenta tanto los modos aéreo como marítimo. Alicante y Valencia son los únicos aeropuertos en el interior cercano que ofrecen servicio a Argelia, manejando Alicante el 90% del tráfico y por lo tanto siendo el más competitivo.

Como se observa en la gráfica siguiente, los pasajeros no OPE de Alicante a Argelia (aéreo + marítimo) se han mantenido prácticamente estables en el período 2014-2018, y está relacionado con la evolución de la población argelina. En el periodo 2014 - 2018, el Aeropuerto de Alicante ha ganado 45.000 pasajeros, mientras que el Puerto de Alicante pierde 47.000 pasajeros. Parece que se alcanza un equilibrio desde 2017, por lo que se prevé la recuperación del Puerto de Alicante en los años siguientes.

Gráfica 14. Pasajeros no OPE Alicante-Argelia (en miles de pasajeros, 2014-2018)



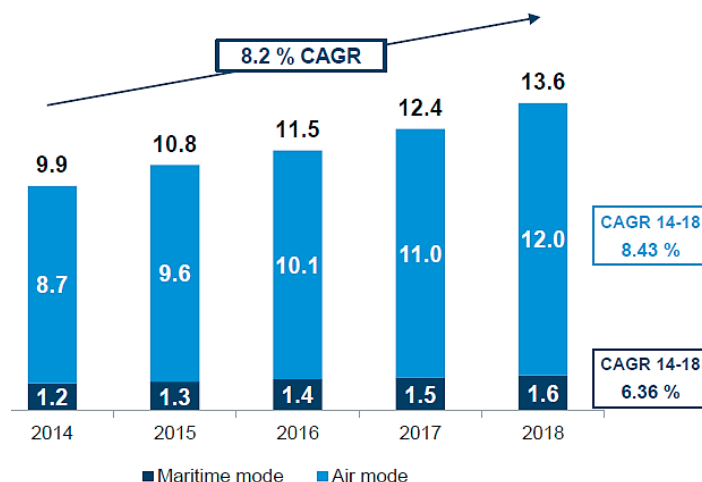
Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

Sin embargo, el avión es con diferencia, el medio de transporte más competitivo para ir de Alicante a Argelia en términos de precio y tiempo. El viaje en avión cuesta 60€ y se tarda una hora en llegar, mientras que en barco el precio es de 151€ y se tardan 12 horas. Por lo que el ferri es solo buena opción para aquellos pasajeros que necesitan llevar su vehículo o con equipaje grande.

Con respecto al desarrollo de un nuevo servicio a Argelia, las autoridades de Argelia no están otorgando licencias operativas adicionales en Alicante para proteger la posición de *Algerie Ferries*. Sin embargo, si se eliminara la protección monopolística de *Algerie Ferries*, habría una oportunidad de capturar el actual servicio Almería-Orán de Trasmediterránea debido a los ahorros potenciales en el tramo de carretera.

En cuanto a un nuevo servicio Ro-Pax a las Islas Baleares, el tráfico entre la Península y las islas ha crecido a un ritmo sólido en los últimos años. Además, las participaciones entre los modos marítimo y aéreo se han mantenido casi constantes en los últimos años, por lo que podría haber una oportunidad para aumentar el número de servicios Península - Baleares en un futuro próximo.

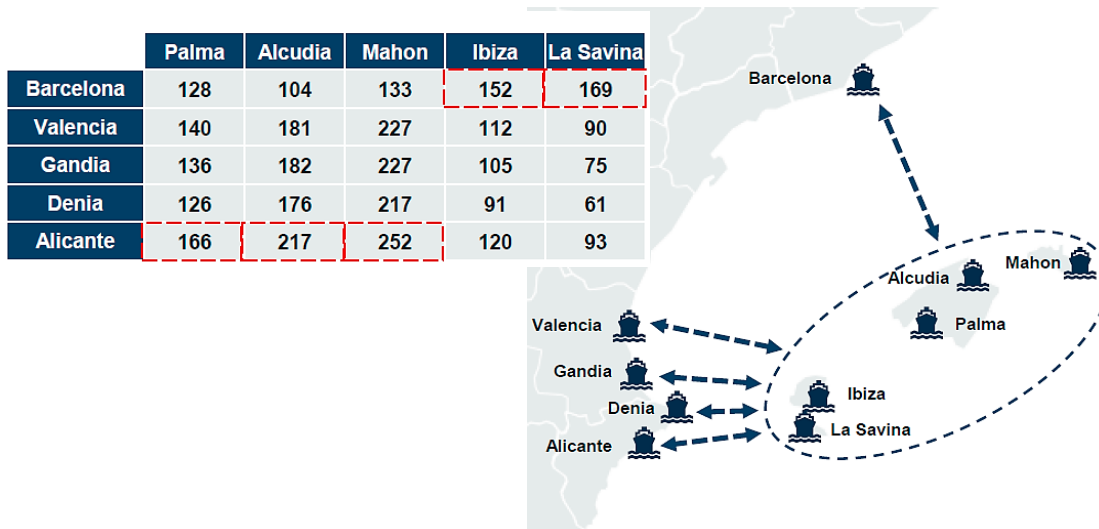
Gráfica 15. Tráfico entre la Península y las Islas Baleares (en millones de pasajeros, 2014-2018)



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

Sin embargo, Alicante no es el mejor posicionado, considerando también que los 2 jugadores dominantes están bien establecidos con inversiones planeadas en sus propias terminales. Alicante es el peor posicionado para conectar con Mallorca y Menorca, pero tiene una competitividad similar a Valencia en términos de ubicación para servir a Ibiza y Formentera. Por tanto, la oportunidad para Alicante es incierta y debe estar ligada al alivio de las actuales terminales de Balearia y Trasmediterránea si la demanda sigue creciendo, especialmente para el negocio RoRo.

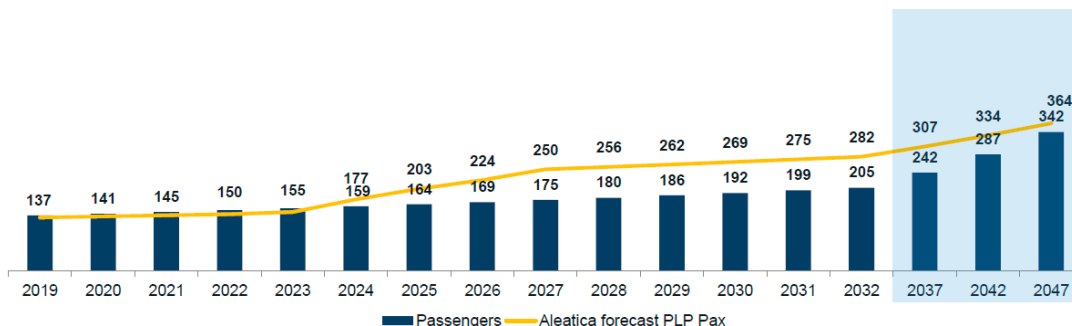
Tabla 6. Distancias a los principales puertos para pasajeros a las Islas Baleares



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

Finalmente, según concluye el estudio, se espera que el tráfico de pasajeros alcance los 342.000 pasajeros para 2047, experimentando un CAGR 19-47 del 3.3%.

Gráfica 16. Previsión de tráfico de pasajeros (en miles de pasajeros, 2019E-2047)



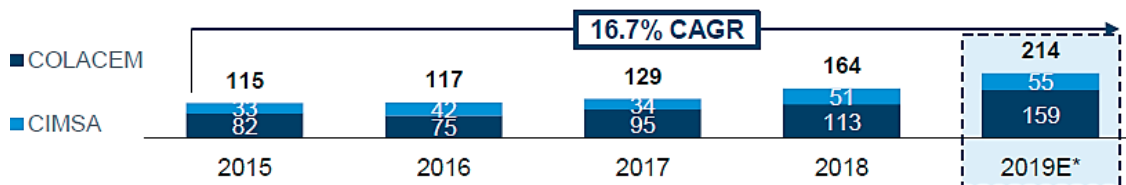
Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

C. Tráfico de cemento

Actualmente en el Muelle 19 existen dos instalaciones para la importación de cemento: COLACEM que aloja en sus instalaciones cemento gris con una capacidad de 20.000 t y CIMSA que lo hace con cemento blanco en sus instalaciones de hasta 10.000 t.

En la gráfica siguiente se muestra el tráfico de cemento desde el año 2015. Como se observa, el tráfico ha crecido fuertemente a una tasa compuesta anual del 16.7% 2015-2019, especialmente durante los últimos 2 años.

Gráfica 17. Desglose histórico del tráfico de cemento (kt, 2015-2019E*)



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

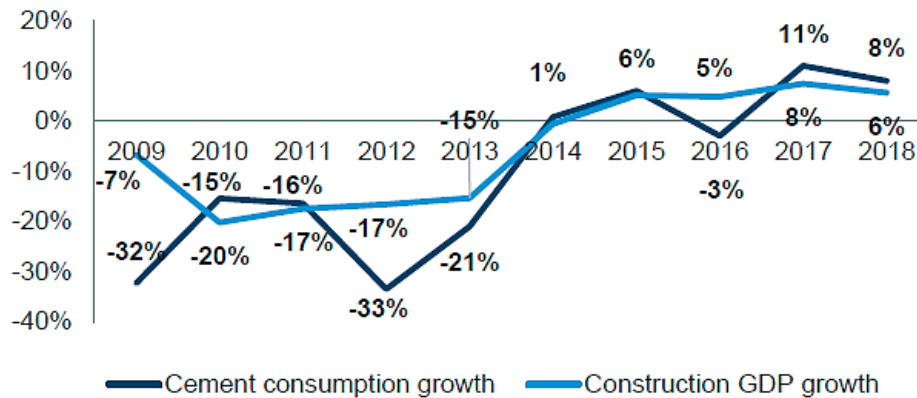
El cemento gris y blanco, aunque ambos relacionados con el sector de la construcción, responden a distintas dinámicas, por lo que se realiza un análisis separado.

— Cemento gris (COLACEM)

Las importaciones de cemento gris en España, el cual representa más del 95% de la capacidad mundial, están directamente vinculadas al consumo (históricamente alrededor del 3%), y están impulsadas por empresas sin plantas en España que deben importar el producto que venden en el país. Existe cierto margen para que las importaciones sean competitivas debido al elevado coste de la electricidad y las cuotas de CO₂ en España.

En la siguiente gráfica se aprecia la fuerte correlación existente entre el consumo de cemento y la evolución del PIB de la construcción en España. Por lo que la evolución futura de la demanda de cemento se puede pronosticar con la evolución prevista del PIB de la construcción. Como resultado, la evolución del tráfico de COLACEM seguirá las tendencias de importación de cemento gris en España, relacionadas con el consumo y el PIB de la construcción

Gráfica 18. Evolución del consumo de cemento VS Evolución del PIB de la construcción en España.



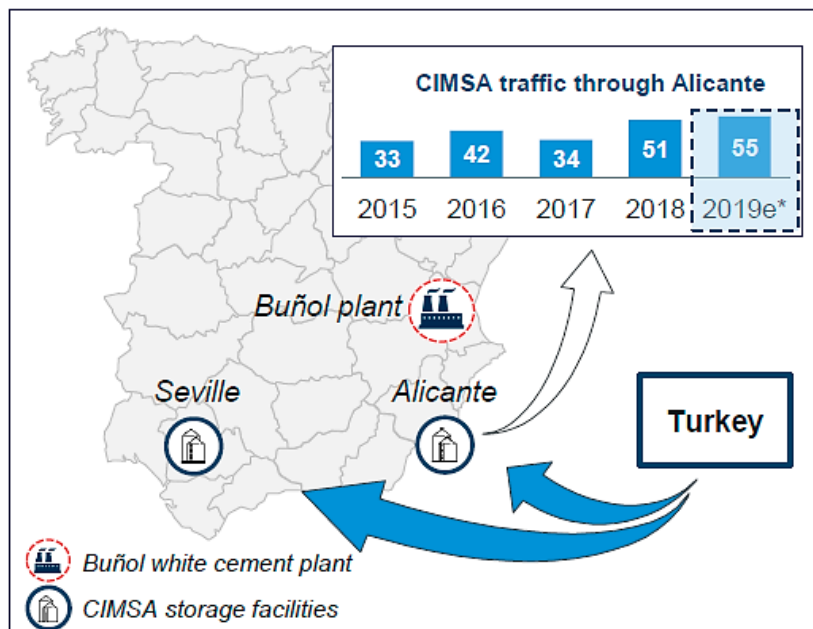
Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

— Cemento blanco (CIMSA)

El cemento blanco es comercializado a través de largas distancias debido a la oferta limitada de canteras con la composición adecuada (representa menos de un 5% de la capacidad mundial).

Se espera que CIMSA importe 55.000 t de cemento blanco a través de su instalación en TMS, pero está en proceso de comprar la planta de Buñol a CEMEX. Si la adquisición de la planta de Buñol se completa en 2021 (sujeto a la aprobación de la competencia), CIMSA puede cambiar su dinámica comercial actual, cambiando de importación a exportación. Esta planta de cemento blanco aumentaría la capacidad instalada de cemento blanco de CIMSA en un 40%, convirtiéndose en el líder mundial en capacidad instalada de cemento blanco.

Ilustración 37. Operaciones actuales de CIMSA en España.

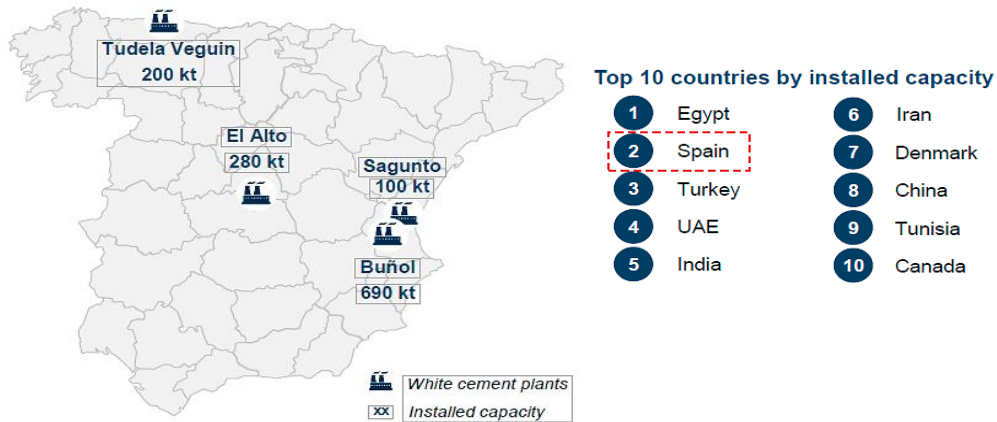


Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

De hecho, España ya es un exportador neto de cemento blanco, exportando aproximadamente el 80% de su producción nacional. Actualmente la capacidad de producción de cemento blanco en España es de 1.3 millones de toneladas. Por lo que España es el segundo país del mundo con

mayor capacidad instalada de producción de cemento blanco (aunque con una baja tasa de utilización de la capacidad del 40%), siendo Buñol la mayor planta del país.

Ilustración 38. Cemento blanco en España (en miles de t) y capacidad instalada de cemento blanco por país (2018)

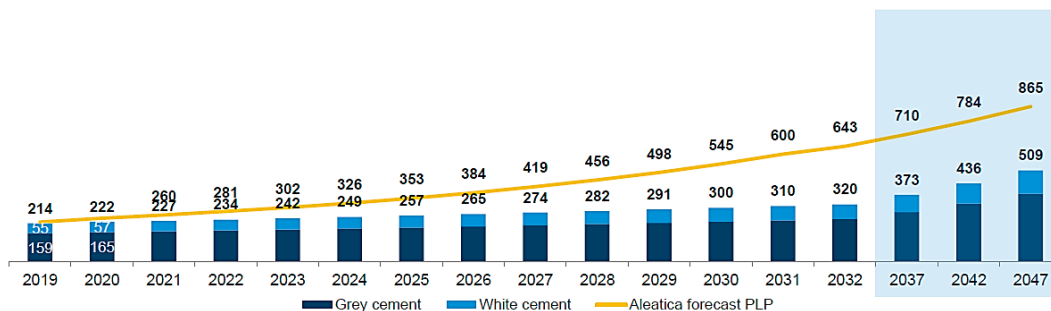


Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

Sin embargo, la mayor parte del comercio de cemento blanco se realiza en sacos (70%) y Alicante no sería la mejor posicionada para manejar el tráfico a granel. Las instalaciones en el puerto de Alicante son especializadas para la manipulación a granel. Sagunto y Castellón serían más competitivos que Alicante incluso considerando posibles sanciones, aunque Sagunto requiere la inversión en una instalación especial para manejar el tráfico de cemento/clinker debido a problemas ambientales.

Como conclusión del estudio, aun considerando la compra de la planta de Buñol, existe la posibilidad de mantener las importaciones de cemento blanco a través de TMS. Dar servicio al interior directo de Alicante con importaciones de Turquía es competitivo en comparación con la distribución desde la planta de Buñol. Incluso si CIMSA se ve obligada a desinvertir en sus instalaciones de TMS debido al mandato de las autoridades de competencia, habría otras cementeras turcas interesadas en mantener ese tráfico a través de TMS, según informó TMS.

Gráfica 19. Previsión de tráfico de cemento (en miles de t, 2019E-2047)



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

D. Tráfico RORO

TMS opera el tráfico Ro-Ro relacionado con Argelia y de alquiler de coches. Previo a la última ampliación que ha tenido lugar en 2020, TMS disponía de 4 rampas Ro-Ro: entre los muelles 21-23 y entre los muelles 23-25 (círculos marcados en amarillo). Tras las obras y como se ha explicará con detalle en el apartado siguiente, se han construido dos nuevas rampas en la

esquina entre los muelles 19-21 (círculo rojo) y se ha acondicionado la parcela 19.2 para el acopio de la carga rodada (rectángulo verde).

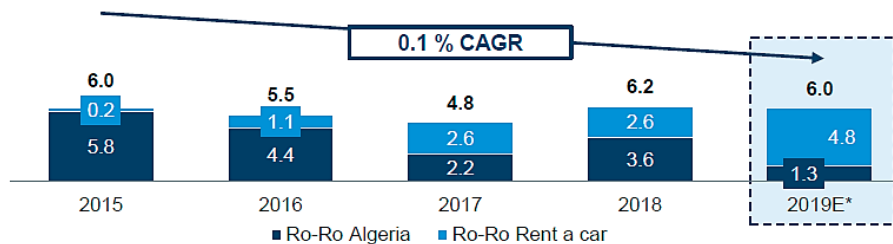
Ilustración 39. Instalaciones para tráfico RoRo en TMS



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

En la Gráfica 20 se muestra la disminución del tráfico Ro-Ro con Argelia, pero el aumento del tráfico de alquiler de coches, el cual se espera que aumente aún más gracias a las nuevas instalaciones. TMS prevé aumentar su capacidad de 15.000 vehículos al año a 60.000.

Gráfica 20. Tráfico histórico Ro-Ro (en miles de TEU, 2014-2019E*)



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

— Tráfico de alquiler de coches

El flujo de vehículos de alquiler a Baleares es de 120.000 vehículos, y tiene una alta estacionalidad, concentrándose principalmente en 4-5 meses. Estos meses corresponden al transporte de los coches a las Baleares, normalmente entre marzo, abril y mayo y el transporte de vuelta a la Península cuando comienza la temporada baja de alquiler, que tiene lugar entre los meses de septiembre, octubre y noviembre. Alicante podría posicionarse como una alternativa a Valencia en épocas pico, dadas las similares distancias marítimas y la futura disponibilidad de espacio; de hecho, TMS está negociando con Trasmediterránea la

consolidación de servicios regulares. Así pues, gracias a las nuevas instalaciones se prevé aumentar a dos servicios por semana, lo que supone mover 20.000 vehículos al año.

— Tráfico de vehículos nuevos

Por lo que respecta al negocio de vehículos nuevos, las importaciones están directamente relacionadas con la demanda (el 92% de las nuevas matriculaciones provienen de importaciones). La demanda ha experimentado un fuerte crecimiento tras la crisis económica, mientras que a largo plazo se espera que evolucione con el PIB per cápita español. Sin embargo, existen algunas incertidumbres a corto plazo con respecto a las posibles políticas o tendencias. Además, Alicante no está bien posicionada para las exportaciones de vehículos ya que las plantas se concentran en el norte de España, como se ve en el mapa siguiente.

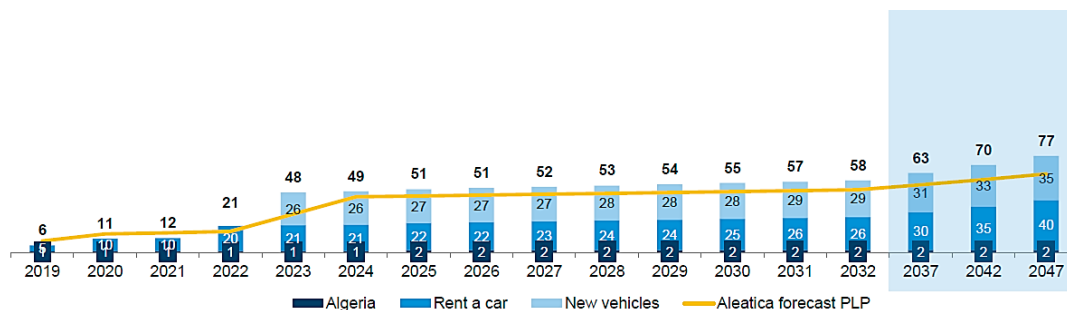
Ilustración 40. Área de fabricación de automóviles



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

Por lo tanto, ALG prevé un aumento contenido del tráfico a partir de 2023, tras el fuerte aumento del tráfico entre los años 2021, 2022 y 2023, motivado por las nuevas instalaciones en TMS.

Gráfica 21. Previsión tráfico Ro-Ro (en miles de mov, 2019E-2047)



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

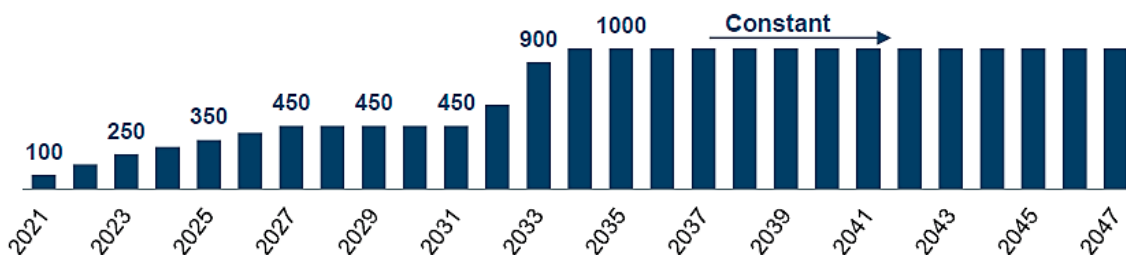
E. Granel líquido

La Autoridad Portuaria ha autorizado recientemente la modificación de los términos de la concesión de TMS permitiendo la cesión del espacio a XC Business para la construcción y

operación de silos para productos diésel. Sin embargo, el operador aún está esperando los permisos de construcción requeridos por parte de la Municipalidad, pero los técnicos lo han aprobado. Como resultado, se espera que el proyecto se desbloquee y se desarrolle en un horizonte temporal de 2-3 años.

XC Business se ha comprometido con TMS a un modelo “take or pay” con un tráfico mínimo de diésel que aumenta hasta 1 Mt a largo plazo.

Gráfica 22. Tráficos mínimos de diésel comprometidos (en miles de t, 2021-2047)



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

El proyecto contempla la construcción de 6 silos, con una capacidad total de 98,000 toneladas, ocupando un área de 14,500 m² (marcada en amarillo).

Ilustración 41. Instalaciones diésel futuras.

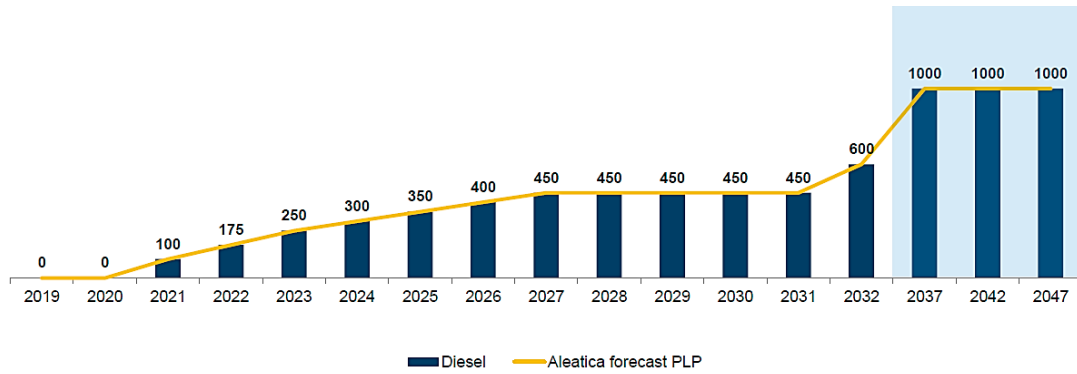


Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

El consumo de diésel en la provincia de Alicante ha evolucionado a una tasa compuesta anual del 1,7% tras recuperarse de la crisis económica. Se espera que el consumo de diésel siga la misma tendencia en el corto plazo, sujeto a cambios legales. Actualmente, el diésel que se consume en Alicante se toma principalmente de Cartagena y se transporta a través del oleoducto de CLH hasta Alicante, que se acerca a su capacidad máxima. El oleoducto es menos competitivo que la importación directa (el análisis sectorial reporta un aumento en los costos

de distribución hasta un 200%). En la siguiente gráfica se observa la estimación de ALG de crecimiento del tráfico de diésel para XC Business 90.

Gráfica 23. Previsión tráfico granel líquido (en miles de t, 2019E-2047)



Fuente: (ALG by Indra, October, 2019)

4.1.2. Obras de ampliación de la terminal 2020

En los últimos años se ha realizado el desarrollo de la Dársena Sur del Puerto de Alicante, mediante un sistema de concesión. El concesionario de dicha zona portuaria es el consorcio TMS (Terminales Marítimas del Sureste), que encargó la ejecución de las obras de infraestructura y pavimentación a SATO (Sociedad Anónima Trabajos y Obras) en 2003, siendo ambas empresas integrantes del grupo OHL.

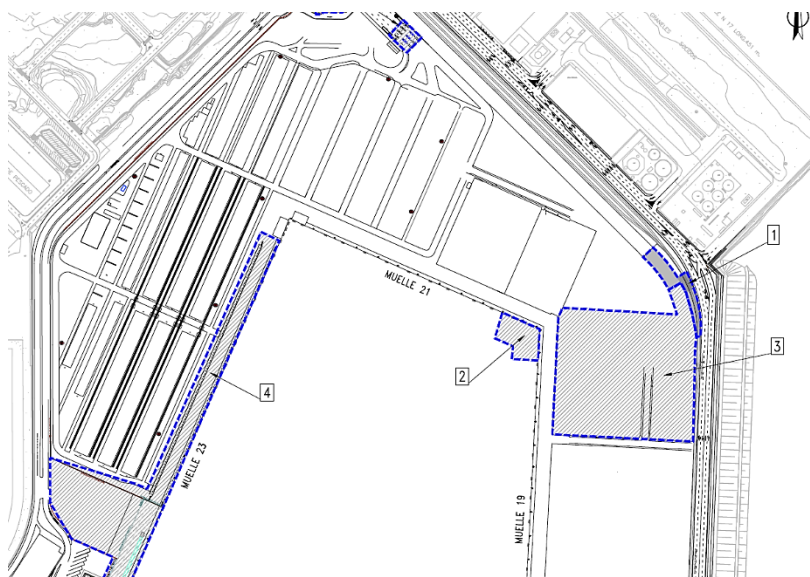
El tráfico previsto a principios del 2000 durante la fase de redacción del proyecto y construcción del mismo, ha ido modificándose siguiendo las condiciones impuestas por el mercado. A pesar de que el tráfico de pasajeros en la línea Alicante-Orán y el asentamiento de múltiples empresas cementeras eran los puntos fuertes en la ampliación sur del Puerto de Alicante, la realidad ha sido otra. La base que actualmente sustenta a la concesionaria es el tráfico de contenedores, situado en el Muelle 23 y parte del Muelle 21. En sus orígenes, el planteamiento era de una pequeña terminal dedicada de Boluda. Además, el creciente tráfico de carga rodada ha sido el culpable de casi 3 actuaciones de las 5 que se han realizado en las obras de ampliación llevadas a cabo en 2020 como se va a ver con detalle a continuación.

La empresa redactora del “Proyecto Constructivo Ampliación de la Terminal de TMS en el Puerto de Alicante” ha sido SGS y la construcción del mismo ha sido ejecutada por la UTE Copisa-Vialobra, con un PEM de 3.321.807,30 € en un plazo de 10 meses. Además, durante el desarrollo de las obras, tuve la gran oportunidad de formar parte del equipo que se encargaba de revisar la buena ejecución de cada actuación.

Las 5 actuaciones que se han ejecutado han sido las siguientes:

1. Ampliación andén y recrecido de todas las vías. Recreido rampa para carga de vehículos
2. Nuevo tacón RO-RO
3. Nueva plataforma de 142x156 m en la parcela 19.2 en Muelle 19
4. Ampliación movimiento grúa 66 m en el Muelle 23
5. Modificación sistemas

Ilustración 42. Planta localización de las obras ejecutadas en 2020



Fuente: TMS



4.1.2.1. Actuación 1: ampliación muelle de carga ferroviario

OBJETIVOS

Los objetivos con la ejecución de esta actuación han sido básicamente dos. Por un lado, era la mejora de la operativa de carga y descarga del ferrocarril ya que, por la disposición geométrica de las vías, no permitía la carga/descarga de la mercancía con una sola posición del tren, si no, que era necesario realizar varias maniobras en el ferrocarril para que los *Reach Stackers* pudieran alcanzar todos los vagones. Por otro lado, para permitir que los coches que estuvieran acopiados en la Actuación 3 pudieran acceder al tren, era necesario habilitar un área a la misma cota que la plataforma. Además, gracias a la realización de esta actuación, se permite la llegada de trenes de composiciones más largas.

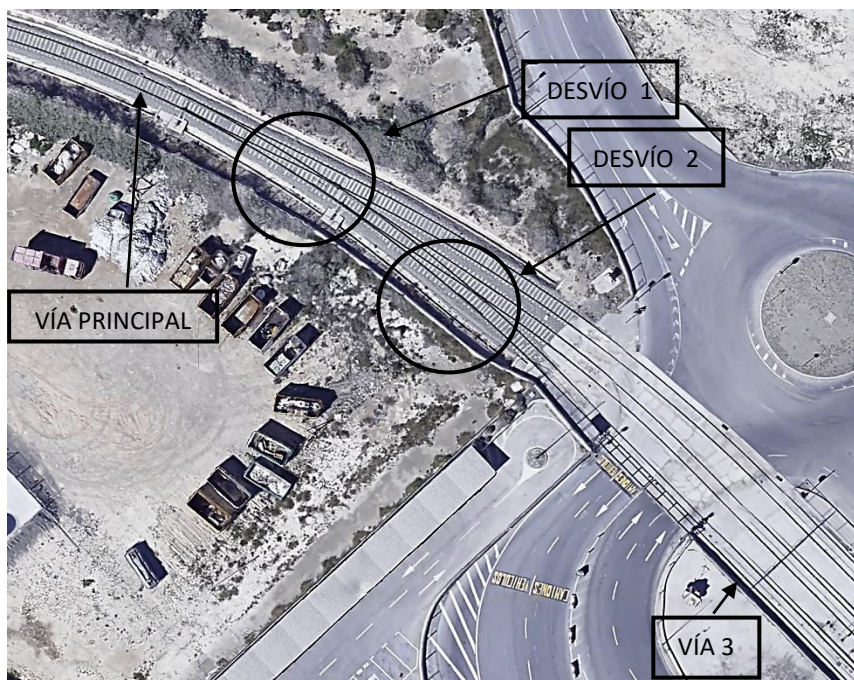
ESTADO PREVIO A LAS OBRAS

En la zona de actuación, la infraestructura ferroviaria que existía en el Puerto de Alicante, constaba de tres líneas que convergían en una, la cual discurre hasta la mitad del Muelle 19. Por lo tanto, como se observa en la

Ilustración 44, existían dos desvíos consecutivos. La maniobra del tren que accedía por el Oeste del Puerto de Alicante era la siguiente:

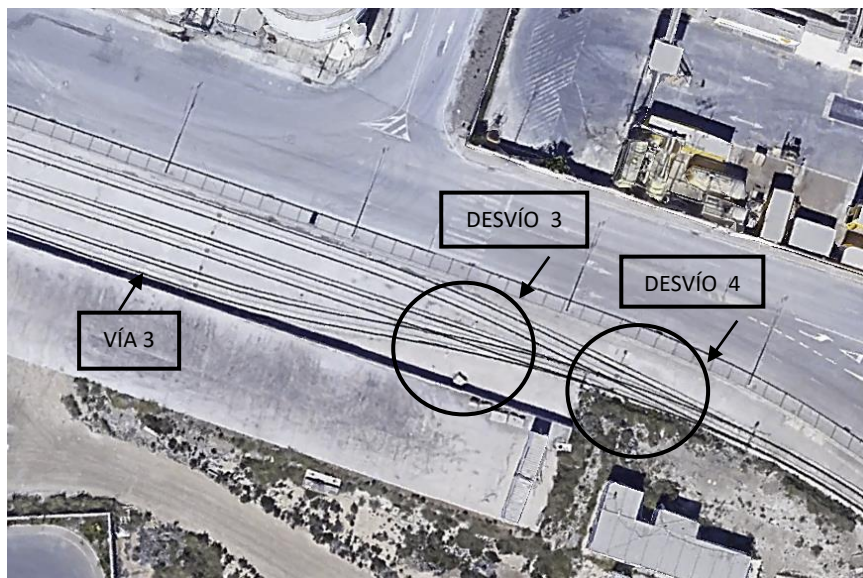
- El tren entraba por la vía principal de entrada al puerto. Tras pasar el desvío 1 y 2 (ver Ilustración 43), utilizando la vía III (vía más cercana al andén) hasta llegar a la zona de la actuación dónde estaba el desvío entre la vía III y II (ver Desvío 3 en Ilustración 44)
- Se desenganchaban los 5 o 6 últimos vagones, en función de la longitud de la composición, que son los que se situaban más lejos del andén y los que no podían alcanzar los *Reach Stackers*.
- La locomotora y los 6 vagones escapaban por la vía II.
- Una vez el resto de los vagones ya se habían descargado y cargado, la locomotora salía de la vía II mediante el desvío que une las vías II y I (ver Desvío 4 en Ilustración 44), y volvía a la vía II, pero por el norte (ver Desvío 1 en Ilustración 43), de modo que enganchaba de nuevo los 6 vagones para introducirlos por la vía III.
- La locomotora una vez situada en el norte de la vía III, empujaba a toda la composición de modo que los 6 vagones que antes estaban al final, ahora se situaban al principio. Por lo tanto, ya situados cerca del andén, la maquinaria de puerto podía hacer las operaciones con normalidad.
- Finalizada la operativa, el tren salía de la vía III rumbo a su nuevo destino.

Ilustración 43. Trazado ferroviario en acceso a la Terminal de TMS.



Fuente: Google Earth

Ilustración 44. Trazado ferroviario en la zona de actuación previo a las obras de 2020.



Fuente: Google Earth

Como se observa en la Ilustración 43, la entrada a la terminal de TMS se realiza cruzando las vías del tren, por lo que, es necesario parar el tráfico de camiones mientras el ferrocarril realiza las distintas maniobras. Además, dado que el tren llegaba los jueves y viernes, días de más afluencia de tráfico en la terminal, las colas de camiones esperando a entrar en la terminal aumentaba considerablemente.

ESTADO TRAS LAS OBRAS

Bajo el punto de vista de la superestructura de vía, se realizó la ampliación del muelle de carga en una longitud de 50 m y se conectó mediante una rampa con la nueva plataforma descrita en la Actuación 3. Para ello se prolongó la vía III y se modificaron los desvíos existentes.

La ampliación de la vía III se realizó en una superestructura de vía en placa, parte con el carril superpuesto y otra parte con el carril embebido, para facilitar el paso de vehículos desde la plataforma del Muelle 19 así como la rampa de carga de vehículos.

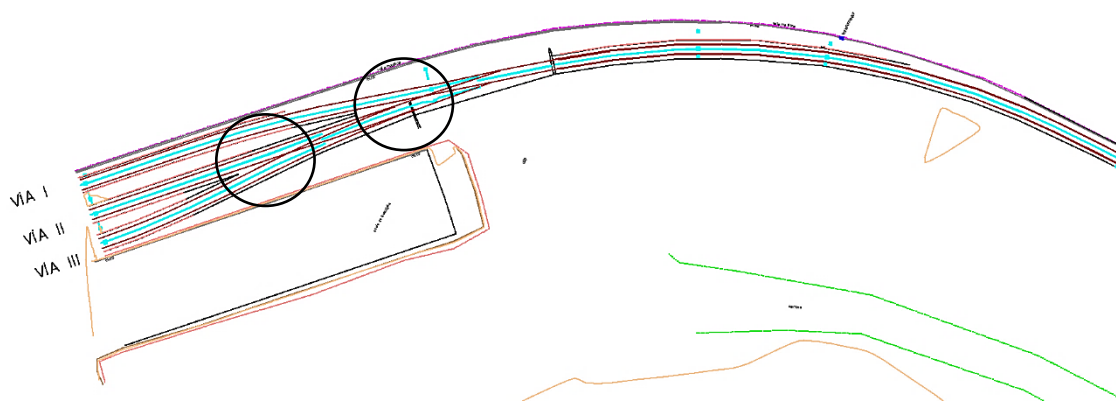
Toda la actuación se realizó con carril UIC-54 normalizado por ADIF, el cual es perfectamente adecuado para este tipo de vías, donde la circulación del material móvil se realiza de forma muy lenta con lo que con este tipo de carril garantiza la durabilidad del mismo frente a las circulaciones.

La vía es embridada en toda su longitud, debido a que con los reducidos radios con la que se diseña la misma no es posible instalar barra larga soldada.

En cuanto a los desvíos existentes en la zona de actuación, existían dos consecutivos que conectan las vías III con la II (desvío 3) y la II con la I (desvío 4) respectivamente, de los que se mantiene el 4, desmontándose el 3 para colocarlo entre las vías III y I más hacia el sur. El accionamiento es manual como el resto de aparatos existentes, al no existir un centro de control centralizado en la zona portuaria, realizándose la circulación a la vista ya que la misma se realiza a velocidad reducida.

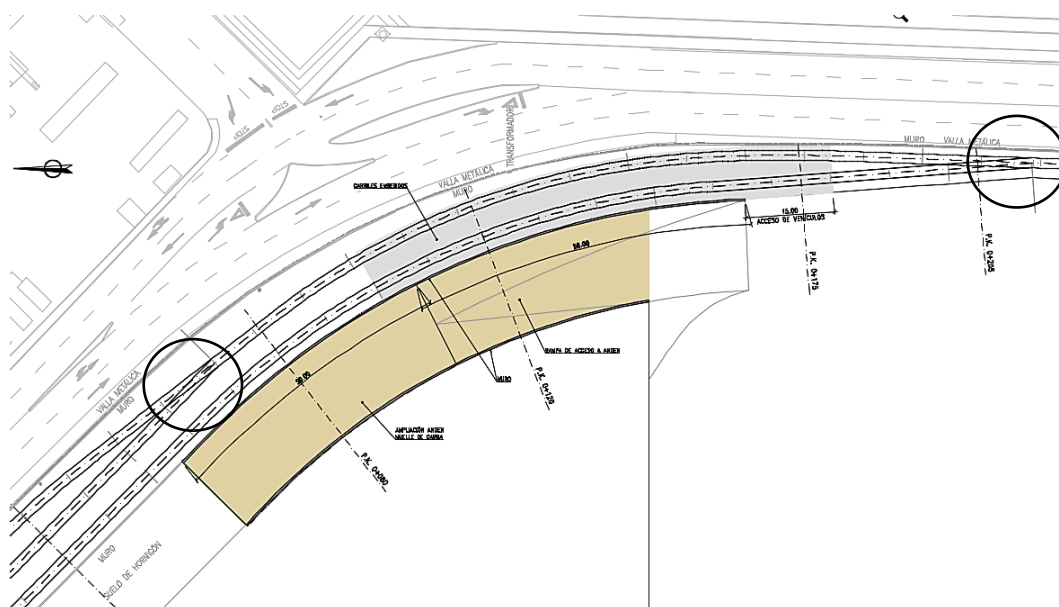
En las siguientes ilustraciones se observa el cambio de posición que sufre el desvío 3, el cual es trasladado al sur.

Ilustración 45. Planta de las vías ferroviarias previo al proyecto de ampliación. Desvíos 3 y 4



Fuente: TMS

Ilustración 46. Planta de las vías ferroviarias tras obras de ampliación. Desvío 4 y Desvío 3 modificado.



Fuente: TMS

El tramo sombreado en gris, es la zona de la vía en la que el carril queda embebido, de forma que, se recrece la plataforma entre vías para dejar el pavimento y las vías al mismo nivel y permitir el paso de vehículos sobre ellas y la maniobra de una rampa móvil de carga y descarga de vehículos. La zona sombreada en marrón, es el nuevo andén que prolonga el existente. La zona final del mismo, posee un rampa para facilitar el acceso al andén desde o hacia la plataforma.

Para concluir, gracias a esta actuación, se evita la operativa anteriormente descrita en la que el tren debía realizar varias maniobras para conseguir que todos los contenedores se cargaran o descargaran. Ahora el tren entra por la Vía III y descarga todo en una sola posición, dejando el resto de vías libres.

4.1.2.2. Actuación 2: nuevo tacón RO-RO

OBJETO

El objetivo que se buscaba con la Actuación 2 era la construcción de un nuevo tacón RORO de doble rampa, una para el atraque de buques en el Muelle 19 y otra para el atraque en el Muelle 21. Gracias a ello, se instalaría otro punto de carga/descarga rodada en la dársena sur, de forma que, esa carga pudiera ser acopiada temporalmente en la plataforma situada al Este del tacón (Actuación 3) pudiendo dar salida del puerto por vía férrea gracias a la Actuación 1.

ESTADO TRAS LAS OBRAS

Aunque la ejecución del tacón RORO estaba prevista en proyecto mediante bloques prefabricados de hormigón en masa con aligeramientos circulares, con módulo 2,25 metros en planta y 1,60 metros en alzado, fondeados y apilados sobre un cimiento de escollera sobre el fondo de la dársena del puerto, tras su revisión posterior por la UTE, se decidió cambiar la tipología estructural y realizar una estructura de hormigón sumergido escalonada de 11 metros de base y 13,4 metros de altura, con una cota de coronación de +0,80 metros.

El intradós del muro resultante se coloca vertical para permitir la máxima aproximación de los barcos, mientras que el trasdós, del lado tierra, se coloca escalonado para obtener el máximo rendimiento aprovechando el peso del relleno de las tierras.

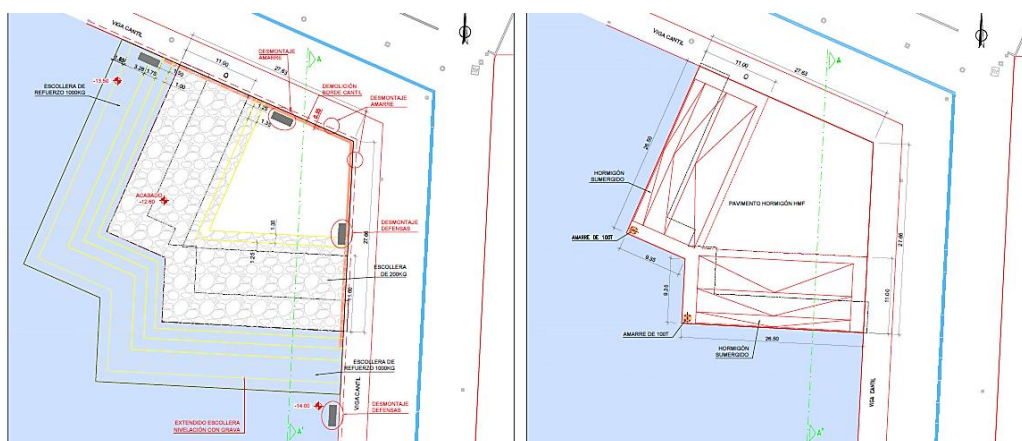
En la parte superior se construyeron unas vigas de hormigón armado que forman un cantil con geometría adecuada para las maniobras de carga y descarga, las cuales se trababan con los bloques de la capa superior del cuerpo del muelle. Estos macizos tienen a ambos lados, bolardos de capacidad nominal de 100 t de tiro para realizar la maniobra de aproximación y amarre del barco. Entre las vigas se ejecutaron las rampas de hormigón armado siguiendo la pendiente de proyecto. En el frente de los embarques se disponen dobles defensas de atraque

El calado en esta zona es de 14,50 m aproximadamente, por lo que se proyectó un dragado inicial de 1 m del fondo para asegurar el apoyo en terreno natural sin contaminar. Finalmente, se dragó menos ya que el estrato competente apareció antes del metro de profundidad y el material dragado se pudo reutilizar en rellenos en la zona de la plataforma, ya que, resultó clasificable como suelo seleccionado con criterio del PG-3.

Los muelles actuales están contruidos mediante cajones flotantes fondeados y lastrados con rellenos granulares, sobre los que se construyó una viga cantil que los solidariza y sirva de soporte a los amarres, carriles y canalizaciones de servicios. En la actualidad ni el Muelle 21 ni el 19 tienen grúa con carriles fijos.

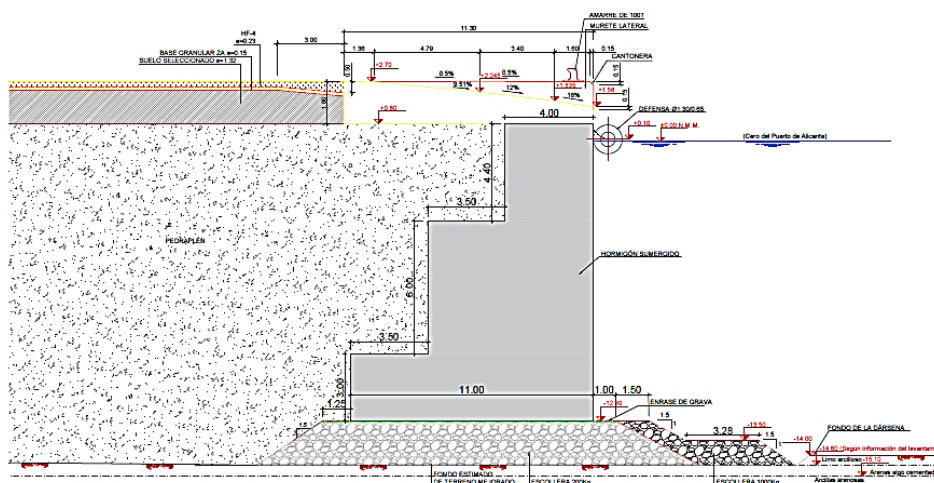
En las ilustraciones siguientes se muestra la planta y el alzado de la obra de la Actuación 2.

Ilustración 47. Planta tacón RORO en esquina entre los Muelles 19 y 21



Fuente: TMS

Ilustración 48. Sección tacón RORO entre los Muelles 19 y 21



Fuente: TMS

4.1.2.3. Actuación 3: nueva plataforma Muelle 19

OBJETO

Debido al aumento del tráfico de carga rodada y a la falta de plataformas adecuadas para almacenar temporalmente esta mercancía, el objeto de esta actuación es la de pavimentar e instalar los servicios pertinentes (red contra incendios, red de alumbrado, red de drenaje, etc.) para conformar una plataforma de 142 m x 156 m, es decir, de 21.800 m².

Esta nueva plataforma posibilitará el almacenamiento de vehículos o plataformas en el muelle 19, la cual estará conectada con el andén del FFCC, lo que permitirá la carga de vehículos en los vagones destinados al efecto.

Ilustración 49. Planta nueva plataforma en Muelle 19



Fuente: TMS

4.1.2.4. Actuación 4: ampliación área de movimiento de grúa del Muelle 23

OBJETO

La Actuación 4 tiene como objetivo aumentar la línea de atraque en el Muelle 23, transformando una parte del muelle de pasajeros en muelle de carga de contenedores, ampliando así la longitud de la actual línea de atraque para buques portacontenedores en 66 m. Esta actuación no implica el aumento del área destinada a almacenamiento de contenedores.

ESTADO TRAS LAS OBRAS

Los trabajos realizados fueron los siguientes:

- Demolición de parte de la pasarela destinada para la terminal de pasajeros y retirada de la valla antiescalo
- Remodelación viga Cantil

La viga cantil existente tiene una sección rectangular de 4,15x1,70 m aproximadamente, que, en la zona afectada, se debe remodelar para alojar la vía de rodadura del lado mar de la grúa *portainer* y la canaleta por donde circularán los cables de alimentación eléctrica de la grúa, de forma que se dé continuidad a la sección existente en la zona norte del Muelle 23.

- Ampliación Viga Pilotada

La grúa portainer del Muelle 23 circula sobre carriles que se apoyan en la viga cantil, por el lado mar y en una viga de hormigón armado, cimentada mediante pilotes en el lado tierra.

El muelle se va a dotar con una tercera grúa de características similares a las anteriores, ampliándose su camino de rodadura hacia el sur, a costa de reducir la longitud de la pasarela de la terminal de pasajeros.

La ampliación prevista requiere prolongar la viga pilotada 66 m a continuación de la existente.

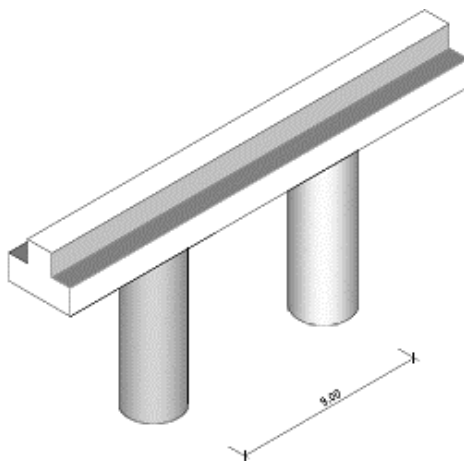
Se ha utilizado un diseño semejante a la actual, con una viga de hormigón armado de 1,85 m de canto total en forma de T invertida con anchura en la parte superior de 1 m y en la parte inferior de 2,5 m, de modo que sirva a su vez de encepado de los pilotes.

Los pilotes que se realizaron son excavados, de 1 m de diámetro, mediante el procedimiento de barrena continua para evitar disponer entubaciones de contención de los materiales del terreno, que está formado por suelos granulares, arenas con gravas y todo uno de cantera. La implantación de esta solución requiere la construcción de 8 pilotes de 1 m de diámetro, separados 9 m entre sí con voladizos de la viga en los extremos de 1.50 m.

Del estudio geotécnico realizado, se dedujo la necesidad de prolongar los pilotes hasta la capa con mayor capacidad portante, que resulta ser las calcarenitas/margas existentes a una profundidad de unos 23 m desde la rasante del muelle. La longitud de cada pilote variaba en función de la profundidad a la que se alcanzaba el terreno portante.

Se realizó también la demolición de los topes previos y se construyeron los nuevos al final del recorrido ampliado con las mismas características que los existentes.

Ilustración 50. Modelo viga pilotada para cimentación del carril de la grúa STS lado tierra



Fuente: TMS

— Ejecución de los elementos de seguridad de la grúa

Se ejecutaron los dos elementos destinados a la seguridad de la grúa como son los STORM PIN y TIE DOWN.

— Red de distribución de Energía Eléctrica

Con el objeto de alimentar a la nueva grúa portainer, se realizó la excavación en zanja desde el CT hasta el nuevo foso enrollador y se procedió al tendido de la nueva línea de MT de cobre de 95 mm de sección.

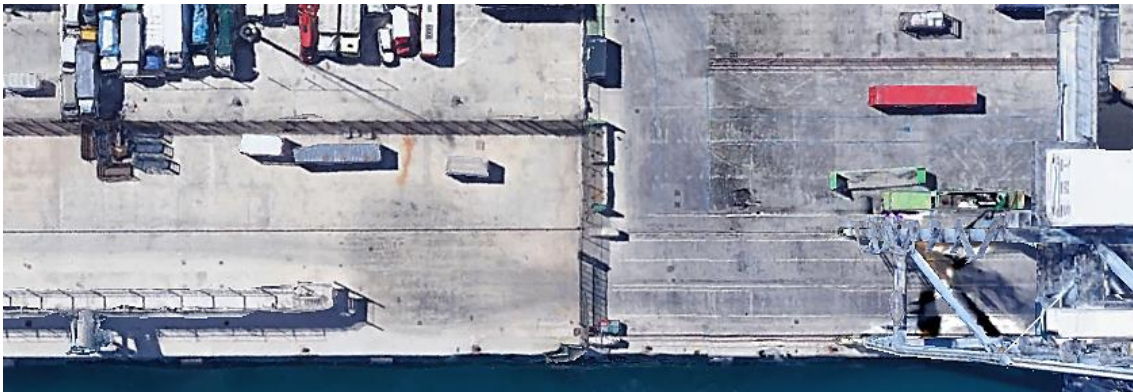
— Modificación Red de drenaje y contraincendios

Se llevó a cabo la modificación de la red de drenaje y contraincendios de forma que no interfiriera en la alineación de la viga pilotada.

Por último, una vez la obra civil estaba lista y preparada para recibir a la nueva grúa de 40 T de *Liebhrr*, ésta llegó por partes a mediados de octubre de 2020 y desde TMS, tienen previsto que el montaje y las pruebas de funcionamiento estén acabadas en febrero.

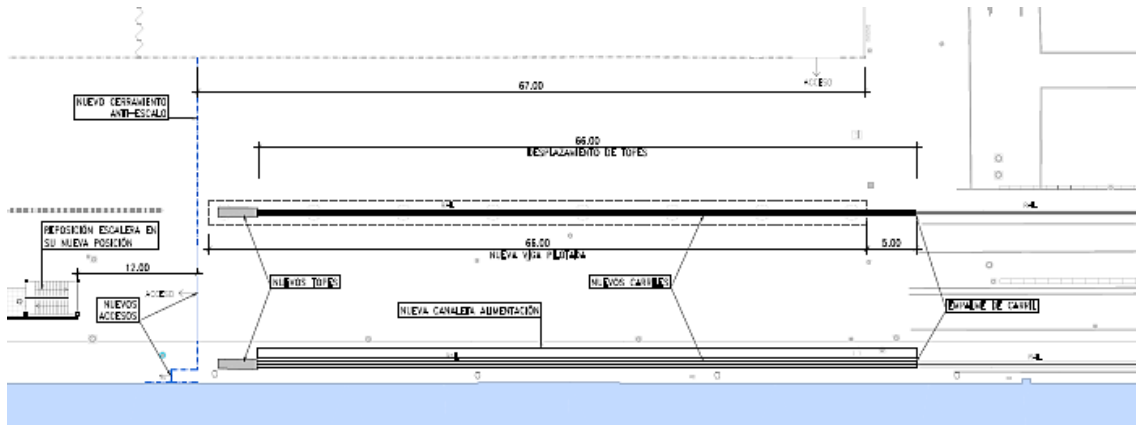
En las imágenes siguientes se muestra el antes y el después en el área de actuación en el Muelle 23.

Ilustración 51. Muelle 23 previo a las obras de la Actuación 4



Fuente: Google Earth

Ilustración 52. Muelle 23 tras las obras de la Actuación 4



Fuente: TMS

4.1.3. ¿Por qué desarrollar una terminal de contenedores automatizada?

En primer lugar, es importante exponer los motivos por los que se decide la implantación de una nueva terminal de contenedores en el Puerto de Alicante y no para otro tipo de tráfico. Como se ha visto anteriormente en el estudio de mercado, hasta el fin de la concesión de la terminal a TMS, prevista en 2047, el tráfico del que se espera un mayor crecimiento es el tráfico de carga rodada. Por ese motivo, gran parte de las nuevas obras de ampliación que se llevaron a cabo en 2020, estaban enfocadas a ampliar y preparar las instalaciones portuarias para el recibimiento de este tipo de mercancía. Para ello, se ejecutaron dos rampas entre los Muelle 19 y 21 (Actuación 2), se pavimentó una plataforma de casi 22.000 m² (Actuación 3), se amplió la vía III y se habilitó una zona para que, el material rodante pudiera acceder directamente desde la plataforma a los vagones ferroviarios (Actuación 1).

Respecto al tráfico de contenedores, se espera una tasa de crecimiento compuesta (CAGR) de 2,7%, pasando de un tráfico de 174.000 TEU en 2019 a 369.000 TEU en 2047, año fin de la concesión. Por lo tanto, según ALG, en el año 2030 podría alcanzarse un tráfico anual de 250.000 TEU, lo que agotaría la capacidad de la terminal de contenedores del Muelle 23. Cabe destacar, que ALG no plantea en su estudio la incorporación de nuevas líneas de tráfico de mercancías *Import/Export* o líneas de transbordo, inexistentes hasta el momento. Por lo que, conseguir una nueva línea podría agotar la capacidad antes del 2030.

Además, existe otro problema en el Muelle 23 y es que, el área que se puede destinar al almacenamiento está agotada físicamente, es decir, ya no se puede ampliar esta área en ninguna dirección, ya que, la única dirección posible de ampliación es hacia el sur, pero la existencia de un parking destinado a la terminal de pasajeros, complica o incluso imposibilita esa ampliación. Por esa razón y tras consultar con Gonzalo Baciero, actual Director de Explotación de TMS, se propone utilizar el Muelle 19 para ampliar la capacidad de la terminal.

Por otro lado, ¿TMS podría ampliar la concesión según la ley? Según el artículo 82 de la Ley de Puertos y de la Marina Mercante, sí. TMS comenzó a operar en la dársena sur del Puerto de Alicante en 2007 y la fecha fin de concesión estaba prevista para el año 2035. En 2015, el Consejo de Administración de la Autoridad Portuaria de Alicante acordó otorgar a la compañía la ampliación del plazo inicial en 12 años, manteniéndose las mismas condiciones que se establecieron en el primer acuerdo. Así pues, el plazo de concesión con el nuevo año horizonte sería de 40 años, menor del máximo de 50 años que fija la LPMM, y, por lo tanto, TMS podría pedir otra prórroga siempre y cuando, cumpla lo que disponga la ley.

A continuación, se cita textualmente el Artículo 82 de la Ley de Puertos y de la Marina Mercante (Ministerio de Fomento, 2011):

Artículo 82. Plazo de concesiones.

1. El plazo de las concesiones será el que se determine en el título correspondiente y **no podrá ser superior a 50 años**. Para la fijación del mismo se tendrán en cuenta los siguientes criterios:
 - a) Vinculación del objeto de la concesión a la actividad portuaria.
 - b) Disponibilidad de espacio de dominio público portuario.
 - c) Volumen de inversión y estudio económico financiero.
 - d) Plazo de ejecución de las obras contenidas en el proyecto.
 - e) Adecuación a la planificación y gestión portuarias.



- f) Incremento de actividad que genere en el puerto.
 - g) Vida útil de la inversión a realizar por el concesionario.
2. El vencimiento del plazo de la concesión deberá coincidir con el de la autorización de actividad o el de la licencia de prestación del servicio, y será improrrogable salvo en los siguientes supuestos:
- a) Cuando en el título de otorgamiento se haya previsto expresamente la posibilidad de una o varias prórrogas, en cuyo caso, a petición del titular y a juicio de la Autoridad Portuaria, podrá ser prorrogado, sin que el plazo inicial unido al de las prórrogas pueda superar el **plazo máximo de 50 años**.

En las concesiones que tengan como objeto la prestación de servicios portuarios, la suma del plazo inicial previsto en la concesión y el de las prórrogas no podrá exceder del establecido en el artículo 114.1 que le sea de aplicación en aquellos supuestos en los que el número de prestadores del servicio haya sido limitado

- b) Cuando en el título de otorgamiento no se haya previsto la posibilidad de prórroga, pero el concesionario lleve a cabo una inversión relevante no prevista inicialmente en la concesión y que haya sido autorizada por la Autoridad Portuaria, tanto en la concesión como, en su caso, en la concesión modificada por ampliación de su superficie siempre que formen una unidad de explotación y que, a juicio de la Autoridad Portuaria, sea de interés para mejorar la productividad, la eficiencia energética o la calidad ambiental de las operaciones portuarias, o suponga la introducción de nuevas tecnologías o procesos que incrementen su competitividad y que, en todo caso, sea superior al 20 por ciento del valor actualizado de la inversión inicialmente prevista en el título concesional, el plazo de vencimiento podrá ser prorrogado, **no pudiendo superar en total el plazo máximo de 50 años**. La prórroga de la concesión determinará la modificación de las condiciones de la misma, que deberán ser aceptadas por el concesionario con anterioridad a la resolución de otorgamiento de la prórroga.
- c) Excepcionalmente, la Autoridad Portuaria, previo informe vinculante de Puertos del Estado, podrá autorizar prórrogas no previstas en el título administrativo que, unidas al plazo inicial, **superen en total el plazo de 50 años**, en alguno de los siguientes supuestos:
 - c1) En aquellas concesiones que sean de interés estratégico o relevante para el puerto o para el desarrollo económico de su zona de influencia, o supongan el mantenimiento en el puerto de la competencia en el mercado de los servicios portuarios, cuando se comprometa a llevar a cabo una nueva inversión adicional que suponga una mejora de la eficacia global y de la competitividad de la actividad desarrollada, en los términos señalados en la letra b) anterior, salvo el importe de la nueva inversión adicional que deberá ser superior al 50 por ciento del valor actualizado de la prevista en el título concesional.
 - c2) Cuando el concesionario efectúe contribución, que no tendrá naturaleza tributaria, a la financiación de alguno de los siguientes supuestos para mejorar la posición competitiva de los puertos en su área de influencia y la intermodalidad en el transporte de mercancías:
 - Infraestructuras de conexión terrestre entre las redes generales de transporte de uso común y las vigentes zonas de servicio de los puertos

o los puertos secos en cuya titularidad participe un organismo público portuario.

- Adaptación de las infraestructuras en la red general ferroviaria de uso común para operar trenes de por lo menos 750 m de longitud.
- Mejora de las redes generales de transporte de uso común, a los efectos de potenciar la competitividad del transporte intermodal y el transporte ferroviario de mercancías.

Este compromiso económico, que no tendrá naturaleza tributaria, se incluirá en la concesión modificada y deberá ser ejecutado en el plazo máximo de seis meses desde el otorgamiento de la prórroga de la concesión. El importe de este compromiso económico no podrá ser inferior a la mayor de las siguientes cuantías:

- La diferencia de valor, en el momento de la solicitud, entre la concesión sin prórroga y el de la concesión prorrogada. Estas valoraciones deberán ser realizadas por una empresa independiente designada por la Autoridad Portuaria y a costa del concesionario.
- El 20% de la inversión inicial actualizada.

En los supuestos de las letras **a), b) y c1)**, la suma de los plazos de las prórrogas no podrá ser superior a la mitad del plazo inicial. Para el otorgamiento de estas prórrogas será necesario que haya transcurrido, al menos, la tercera parte del plazo de vigencia de la concesión, salvo cuando por circunstancias excepcionales sea autorizado previamente por Puertos del Estado. En estos supuestos, será necesario que se haya ejecutado el nivel de inversión comprometido y los plazos de ejecución.

En el supuesto de **c2)**, el **plazo máximo de la prórroga, unida al plazo inicial, podrá alcanzar 75 años** y podrá solicitarse siempre que se hayan ejecutado los niveles de inversión comprometidos para estar en explotación de acuerdo con lo previsto en el título concesional, con un mínimo del 20% de la inversión inicial actualizada.

En todos los supuestos será necesario que el concesionario se encuentre al corriente del cumplimiento de las demás obligaciones derivadas de la concesión.

Cuando no se haya previsto prórroga, las obras e instalaciones realizadas por el concesionario deberán revertir a la AP una vez transcurrido el plazo inicial, incrementando la tasa por ocupación privativa del dominio público en la parte correspondiente a lo revertido.

A continuación, se muestra una tabla resumen de la información expuesta anteriormente:

Tabla 7. Resumen del Artículo 82 LPMM

Excepciones para las que se puede prorrogar una concesión:	Plazo máx. concesión (incl. Prórrogas)
a) Si en el título se ha previsto expresamente la posibilidad de una o varias prórrogas.	50 años*
b) Cuando el concesionario lleve a cabo una inversión relevante no prevista inicialmente en la concesión y que haya sido autorizada por la Autoridad Portuaria, y que en todo caso sea superior al 20% del valor actualizado de la inversión prevista en el título concesional.	50 años*

c1) Cuando las concesiones tengas un interés estratégico o relevante para el puerto, o supongan el mantenimiento del puerto en materia de competitividad en el mercado de servicios portuarios, cuando se comprometa a llevar a cabo obras para la mejora de la eficiencia y competitividad con un valor superior al 50% del valor actualizado de la prevista en el título concesional.	75 años*
c2) Cuando el concesionario efectúe contribución a la financiación de los supuestos definidos en la normativa, para mejorar la posición competitiva de los puertos en su área de influencia y la intermodalidad en el transporte de mercancías.	75 años*

* El plazo de prórroga no podrá ser superior a la mitad del plazo inicial.

Fuente: elaboración propia a partir de (Ministerio de Fomento, 2011)

Y, en segundo lugar, ¿por qué automatizada? Las terminales automatizadas de contenedores se establecen por la necesidad de un menor coste de manipulación, junto a un mayor control y calidad en la propia manipulación de la mercancía. Para conseguir estos objetivos es necesario que se consigan rendimientos altos con maquinaria especializada y una reducción del personal operativo.

La búsqueda hacia terminales más eficientes, más seguras y menos contaminantes es una realidad y cada vez más son las terminales que quieren estar lo más actualizadas posibles para adaptarse a las nuevas tecnologías y convertir a la terminal en un reclamo para las navieras. Aunque sigue siendo sustancial el riesgo al que va asociado la automatización, como es la dependencia al software, este riesgo está disminuyendo debido a que cada vez hay más experiencia en el diseño, realización y puesta en marcha de terminales robotizadas y el mercado de proveedores de soluciones robotizadas está en constante crecimiento por el creciente interés.

Como se verá en los apartados siguientes con más detalle, en España ya son dos los puertos que cuentan con una terminal semiautomática como son Barcelona y Algeciras, en las cuales se ubican la terminal BEST y la terminal TTI.

Un mundo en constante evolución: crecimiento demográfico, urbanización, demanda creciente de alimentos, crisis energética y cambio climático son factores que exigen una transformación, un cambio en la manera en que afrontamos nuestra relación con el entorno y el compromiso de preservar y garantizar los recursos naturales para todos en el futuro. En referencia a uno de los recursos más esenciales para la vida, el agua, el cambio climático provoca anualmente graves daños materiales debido a inundaciones, dificulta el acceso al agua y altera su calidad a causa de las sequías. Según el Banco Mundial, en 2035 el estrés hídrico —una de las principales consecuencias del cambio climático— afectará al 40 % de la población mundial.

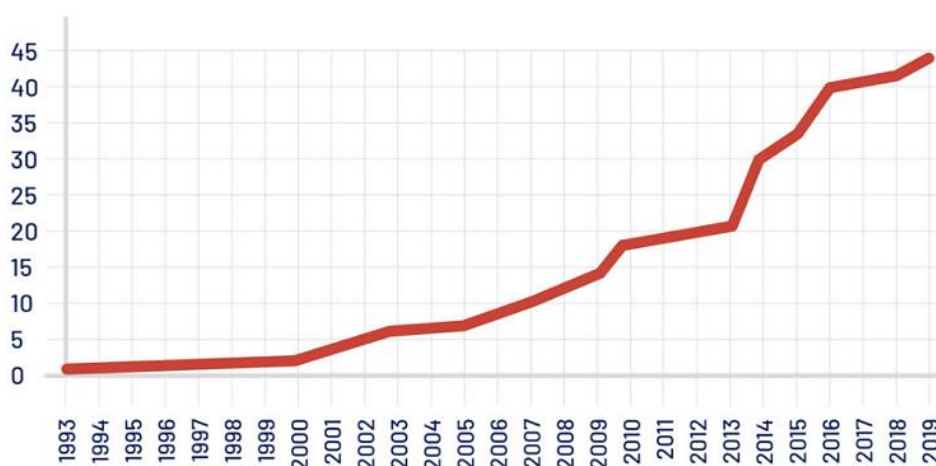
El cambio climático es uno de los principales retos a los que se enfrenta actualmente la sociedad, tal y como muestra el Quinto informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). La emisión continua de gases de efecto invernadero (GEI) está causando un mayor calentamiento y cambios duraderos en todos los componentes del sistema climático, que hará que aumente la probabilidad de impactos graves para personas y ecosistemas. Sus impactos los sufrirán aún con mayor intensidad las futuras generaciones. Por ello, es necesario actuar desde este momento y reducir las emisiones mientras que a su vez buscamos formas para adaptarnos a los impactos del Cambio Climático.

4.2 Pasado, presente y futuro de la automatización de terminales de contenedores

Aunque solo el 3% de las terminales de contenedores están automatizadas, los puertos están acelerando el proceso de automatización. La automatización tiene grandes ventajas, pero también algunas desventajas que hará que la implantación en cada terminal sea más o menos rápida dependiendo de las características de cada puerto.

La automatización es una tendencia mundial en las terminales portuarias de contenedores y aunque parezca un concepto relativamente nuevo, la primera terminal automatizada del mundo se constituyó en 1990, hace 30 años. El puerto de Rotterdam y más en concreto, la ECT Delta Terminal (HPH). En la gráfica siguiente, se observa cómo la evolución a la robotización de las terminales ha ido creciendo desde 1990 contabilizándose en 2019, 45 terminales en las cuales se ha implementado la automatización en mayor o menor medida.

Gráfica 24. Incremento anual y acumulado de terminales de contenedores automatizadas y semiautomatizadas desde su aparición en la década de los 90 del siglo pasado.



Fuente: (Garrido, 2020)

Según los datos de (UNCTAD, 2019) de las 45 terminales que han implantado automatizaciones, sólo el 1% de las terminales portuarias están completamente automatizadas y un 2% se consideran semiautomatizadas. Es importante indicar que la automatización completa se refiere a las terminales que han automatizado tanto los movimientos en patio como la interconexión muelle-patio, mientras que la semi automatización, es para referirse a aquella terminal que tiene los movimientos del patio robotizados y la interconexión muelle-patio efectuada convencionalmente, o viceversa. Por lo tanto, el nivel de automatización adoptado por cada terminal depende de su estado de desarrollo, los subsistemas a automatizar y el sistema operativo del patio y otros factores diferentes. Esto proporciona una amplia gama de soluciones de automatización para las terminales portuarias (Garrido, 2020).

Los motivos por los que algunas terminales deciden implantar automatizaciones en sus procesos, están relacionados con el gigantismo de los portacontenedores, los cuales requieren de una cadena logística ágil y óptima. Además, para las terminales que tienen delimitada su expansión territorial, pueden incrementar el rendimiento, agilizar procesos y ser más competitivas. Por lo tanto, en líneas generales, la automatización de las terminales con las últimas tecnologías, pueden atraer más a los clientes ya que se considera que su funcionamiento es óptimo, tienen productividades más elevadas y regulares que las terminales convencionales.



Los principales beneficios que aporta la automatización es la reducción de costes por contenedor manipulado, ya que el personal necesario se reduce considerablemente, se aumenta la fiabilidad, la previsibilidad y la seguridad en las operaciones. Además, disminuye la huella de carbono emitida por el puerto al mejorar y optimizar los procesos y gracias al uso de maquinaria eléctrica. La automatización ayuda a optimizar las operaciones a escala global, minimizando la operación de la máquina, los desplazamiento en vacío, remoción, etc., lo que afecta directamente la reducción del consumo de energía. Es por ello que, en vista de los avances tecnológicos que han penetrado en la industria del transporte marítimo en las últimas dos décadas, aquellas terminales que aún no han comenzado a automatizarse deben seguir el ritmo de desarrollo si no corren el riesgo de quedar completamente obsoletas.

Sin embargo, como se ha comentado, el objetivo de las tecnologías de automatización es reducir la intervención de los recursos humanos en las operaciones de modo que, la inversión en automatización pueda llegar a ser rentable. La reducción del personal se puede realizar en varios ámbitos: el relativo al flujo físico de contenedores a través de las instalaciones, al flujo documental asociado o a la planificación y gestión de las operaciones. En primer lugar, la reducción del personal de la estiba para el manejo de equipos permite que tanto infraestructura como equipos sean autónomos, se aumenta la productividad y seguridad en las operaciones. En segundo lugar, con respecto a la automatización de los flujos de información, se refiere a la reducción de recursos humanos en la adquisición, transmisión y gestión de procesos de información. Estos procesos permiten el uso de software de interfaz, sistemas de comunicación y gestión de información para operar. Finalmente, la automatización del proceso de toma de decisiones consiste en eliminar la intervención y el factor humano en el proceso de diseño de operaciones a nivel estratégico, táctico y operativo. Para ello, es necesario implementar herramientas de software utilizados en conjunto con el TOS, e introducir criterios de toma de decisiones en los niveles de planificación de forma que permita gestionar las operaciones y los procesos de gestión de excepciones. Estos criterios se pueden definir a través de algoritmos matemáticos o de modelos de simulación. (Sapiña et al., 2010; Monfort et al., 2012).

Sin embargo, a pesar de las ventajas que manifiesta la automatización, la flexibilidad y adaptabilidad de las terminales ante eventos no previstos, podría ir en detrimento. Las máquinas completamente autónomas pueden ser poco resilientes ante estos eventos, haciendo que las opciones semiautomáticas sean mejores para disminuir el riesgo. Además, la automatización conlleva la pérdida de puestos de trabajo del personal de la estiba y la consiguiente búsqueda de perfiles más técnicos capaces de adaptarse a las nuevas tecnologías y a la revolución digital 4.0. La automatización puede tener más detractores que partidarios por este motivo dentro del personal portuario. Es por ello que muchas terminales prefieren esperar resultados de otras que sí han apostado por la transformación y han procedido a su inversión.

En cuanto al futuro más próximo y en vista de los grandes pasos que se están llevando a cabo en automatizaciones, se esperan grúas de muelle automatizadas, el transporte horizontal automatizado, sistemas automáticos de amarre, puertas automatizadas de acceso a la terminal, patio de contenedores automatizados con sistema de bahías (como se verá más adelante), etc.

Además, una nueva realidad en las comunicaciones inalámbricas promete acelerar la digitalización de los puertos, el 5G. Cuarenta años después de la inauguración de la primera generación de red móvil, el 1G, el 5G ofrece un ancho de banda de gran capacidad y velocidad, una baja latencia y alta fiabilidad de las comunicaciones y, además, posibilita la conexión de sensores de forma masiva (PierNext. Innovation by Port de Barcelona, 2020)

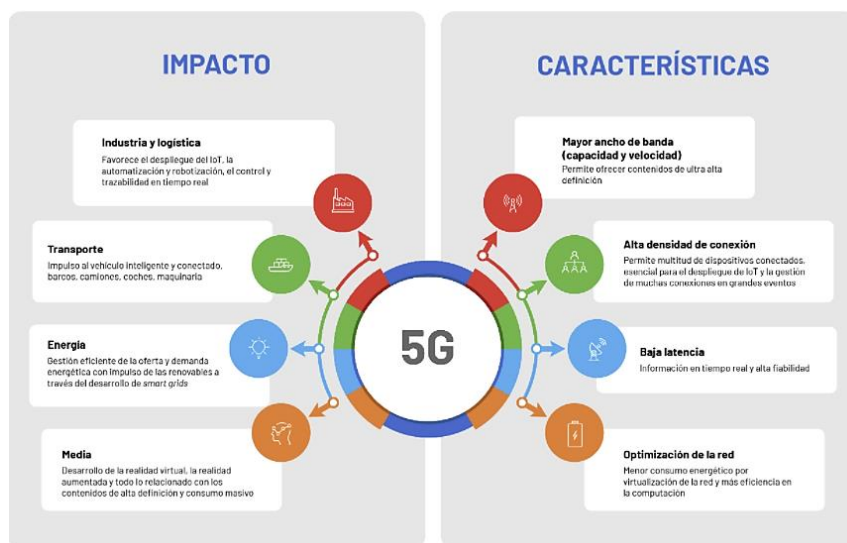
En el sector portuario se han identificado una serie de necesidades cuya solución está en el 5G, como el desarrollo de rutas de navegación más fiables o un sistema de control en los recintos de alcance más amplio y a tiempo real.

Existen distintos puertos que han comenzado con proyectos piloto para la instalación del 5G. El puerto de Hamburgo es uno de ellos. Entre enero de 2018 y junio de 2019, el puerto alemán se convirtió en un banco de pruebas, en el que la AAPP de Hamburgo, *Deutsche Telekom* y *Nokia*, probaron nuevas funciones del 5G para diferentes aplicaciones. Estas pruebas forman parte del proyecto 5G-MoNArch, financiado por la Unión Europea.

En Italia, la colaboración entre el Puerto de Livorno, *Ericsson* y el Consorcio Nacional Interuniversitario para las Telecomunicaciones fue elegida por la Unión Europea como uno de los cinco laboratorios de *Corealis* para definir las características del puerto del futuro. Algunas de las pruebas piloto que se están realizando son el control remoto automatizado de vehículos terrestres no tripulados para las operaciones de carga y descarga, de forma que, aumente la seguridad del personal del puerto.

En España, la iniciativa público-privada 5G Barcelona, trabaja para transformar el área metropolitana de Barcelona en un laboratorio abierto para validar y adoptar tecnologías en un entorno real.

Ilustración 53. Impactos y características del 5G en los puertos



Fuente: <https://piernext.portdebarcelona.cat/tecnologia/el-5g-acelerara-la-digitalizacion-de-los-puertos/>

4.3 Terminales de contenedores automatizadas en el mundo

La terminal pionera en el mundo en la transformación hacia la automatización fue la ECT Delta Terminal en el puerto de Rotterdam en 1993, la cual está operada por *Europe Container Terminal*. Desde entonces, debido al avance de la tecnología y las ventajas de la automatización, han aparecido en todo el mundo terminales automatizadas y semiautomatizadas que, hasta el día de hoy, son sin duda la elección de terminales tipo *greenfield*.

En la lista que se muestra a continuación, se exponen las terminales automatizadas y semiautomatizadas existentes en el mundo.

Tabla 8. Lista de terminales automatizadas y semiautomatizadas hasta 2019.

TERMINAL	LOCALIZACIÓN	OPERADOR	AÑO APERTURA
ECT Delta Terminal (A)*	Puerto de Róterdam, Países Bajos	HPH	1993
London Thamesport (S)*	Medway Ports, Reino Unido	HPH	1994
Hong Kong International Terminal 6-7 (S)	Puerto de Hong Kong, HK	HPH	1995
Pasir Panjang Bridge Crane Terminal (S)	Puerto de Singapur, Singapur	PSA	2000
HHLA-CTA (A)	Puerto de Hamburgo, Alemania	HHLA	2002
Tobishima Pier South Side Container Terminal (A)	Puerto de Nagoya, Japón	TCB	2005
Wan Hai (S)	Puerto de Tokio, Japón	-	2006
Patrick Container Terminal (A)	Puerto de Brisbane, Australia		2007
APM Terminals Virginia (S)	Portsmouth, EEUU	APMT	2007
Antwerp Gateway Terminal (S)	Puerto de Amberes, Bélgica	DPW	2007
Evergreen (S)	Puerto de Kaohsiung, Taiwan	EMC	2007
KBCT (S)	Puerto de Busan, Corea del Sur	PECT	2007
Euromax Terminal (A)	Puerto de Róterdam, Países Bajos	-	2008
TTI Algeciras (S)	Puerto Bahía de Algeciras, España	HMM	2010
Taipei Port Container Terminal (S)	Puerto de Taipéi, Taiwán	TPCT	2010
Pusan Newport International Terminal (S)	Puerto de Busan, Corea del Sur	PNIT	2010
Hyundai Pusan Newport Terminal (S)	Puerto de Kaohsiung, Taiwan	HMM	2010
HHLA-CTB (S)	Puerto de Hamburgo, Alemania	HHLA	2011
BEST(S)	Puerto de Barcelona, España	HPH	2012
Khalifa Container Terminal (S)	Puerto de Abu Dhabi. Abu Dhabi	AD Terminals	2012
Xiamen Yuanhui Container Terminal (A)	Puerto de Xiamen, China	-	2012
CT9 North (S)	Puerto de Tsing Yi, Hong Kong	HIT	2012
TraPac Expansion (A)	Puerto de Los Ángeles, EEUU	-	2013
London Gateway (S)	Puerto de Londres, Reino Unido	DPW	2013
Global Terminal (S)	Puerto de New Jersey, EEUU	GCT	2013
Sydney International Container Terminal (S)	Puerto de Sydney, Australia	HPH	2014
DPW Brisbane (S)	Puerto de Brisbane, Australia	DPW	2014
PT Pelabuhan Indonesia III (S)	Puerto de Java, Indonesia	-	2014
SICTL (S)	Puerto de Sydney, Australia	SICT HPH	2014
Jebel Ali Container Terminal 3 (S)	Puerto de Dubai, Dubai	DPW	2014
PSA PPT 3 (S)	Puerto de Singapur, Singapur	PSA	2015
Rotterdam World Gateway (A)	Puerto de Róterdam, Países Bajos	DPW	2015

APM Terminals Maasvlakte 2 (A)	Puerto de Róterdam, Países Bajos	APMT	2015
Manzanillo International Terminal (S)	Puerto de Colón, Panamá	SSA	2015
Long Beach Container Terminal (A)	Puerto de Long Beach, EEUU	LBTC	2016
Lázaro Cárdenas Terminal 2 (S)	Puerto de Lázaro Cárdenas, México	APMT	2016
Terminal Petlkemans Semarang (S)	Puerto de Java, Indonesia	Pelindo III	2016
Tuxpan Port Terminal (S)	Puerto de Veracruz, México	SSA México	2016
VICT (A)	Puerto de Melbourne, Australia	ICTSI	2017
QQCTN (A)	Puerto de Qingdao, China	-	2017
Yangshan Deep Water Port (A)	Puerto de Shanghai, China	-	2018
Jebel Ali Container Terminal 4 (S)	Puerto de Dubai, Dubai	DPW	2018
APMT MedPort Tanger (A)	Puerto Tanger-Med II, Marruecos	APMT	2019
New Terminal Vado Ligure (A)	Puerto de Vado, Italia	APMT	2019

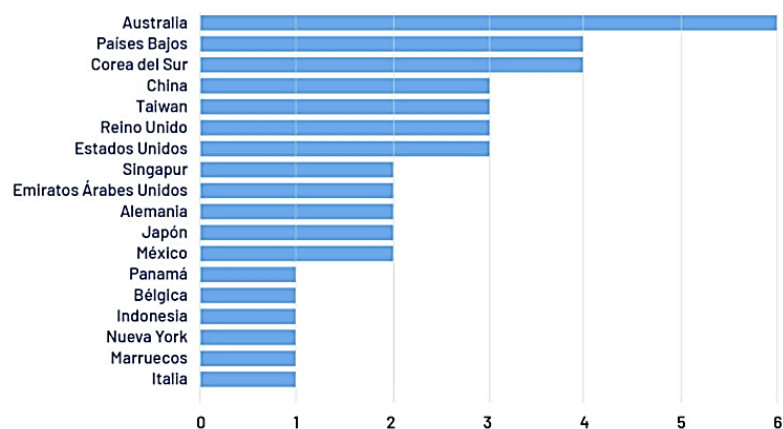
Fuente: (Viedma Serra, 2018)

(*) (A) - Terminales Automatizadas y (B) - Terminales Semiautomatizadas

Aunque ECT Delta Terminal introdujo el concepto de “terminal automatizada” en el sistema portuario en atención a su máximo grado de automatización hasta la fecha, equipada con ASC y AGVs, no automatizaba los equipos de muelle. En 2014 entró en servicio la terminal APMT *Maasvlakte 2* en el Puerto de Rotterdam, en los Países Bajos, con la automatización casi total del recorrido del carro de las grúas de muelle, asistido por control remoto desde la torre de operaciones de la terminal únicamente en los últimos metros de aproximación al buque.

Australia lidera la lista con tres de sus seis terminales completamente automatizadas. En segundo y tercer lugar se encuentran Holanda y Corea del Sur, cada uno con cuatro terminales. Es importante recalcar que las cuatro terminales en los Países Bajos en el puerto de Rotterdam están completamente automatizadas. Esto convierte a los Países Bajos en un líder en Europa y a nivel mundial.

Gráfica 25. Número de terminales automatizadas o semiautomatizadas.



Fuente: (Garrido, 2020)

A. ECT Delta Terminal

La terminal Europe Container Terminal del Puerto de Rotterdam, puerto líder de Europa con un tráfico de unos 13,7 millones de TEU en 2017, fue la primera terminal automatizada del mundo. La terminal entró en servicio en el año 1993, teniendo automatizados los subsistemas de interconexión y almacenamiento en patio.

La terminal tiene un área total de 265 ha, con un muelle de 3,6 km. El calado máximo de 16,6 m permite el atraque de los buques portacontenedores más grandes en la actualidad. En cuanto a los equipos de la terminal, dispone de 36 grúas de muelle, 38 *Straddle Carriers*, 28 tractores multi tráiler y 145 trenes multi tráiler, 265 AGV y 137 ASC. Además posee 3.250 conexiones *reefer*.

La Terminal ECT Delta tiene sus propias instalaciones ferroviarias de última generación. Los transbordadores ferroviarios de contenedores se pueden descargar y cargar en la Rail Terminal East en el propio complejo Delta o en la Rail Terminal West al otro lado de la calle. Una vía interna entre Rail Terminal West y Delta Terminal permite el transporte ultrarrápido de los contenedores. Más de cien lanzaderas ferroviarias europeas a la semana salen y terminan en Rail Terminal West.

Ilustración 54. ECT Delta Terminal en el puerto de Róterdam.



Fuente: <https://www.hellenicshippingnews.com/rotterdam-update-on-the-port/>

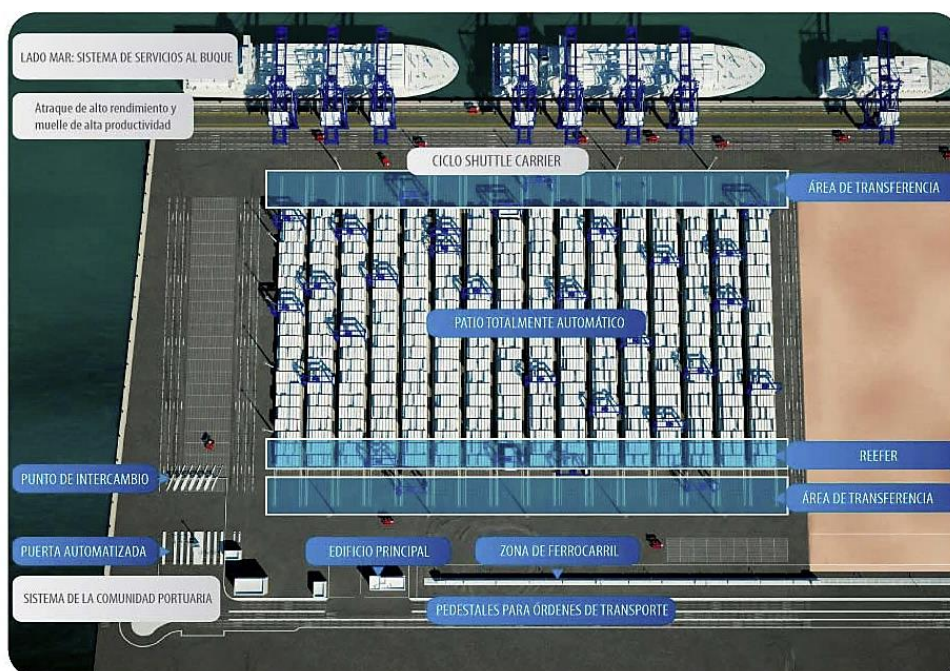
B. Total Terminal Internacional en Algeciras

La Total Terminal Internacional (TTI) pertenece al Puerto Bahía de Algeciras, el cual es el segundo puerto líder del Mediterráneo y del sistema portuario español. Es un puerto *hub* principalmente del Mediterráneo Occidental por su posición geográfica. La terminal, propiedad de la mayor naviera surcoreana HMM después de comprar la terminal a la compañía Hanjin tras su quiebra, fue puesta en marcha en 2010 con una capacidad máxima de 1,8 millones de TEU, siendo la primera terminal semiautomatizada del Mediterráneo.

La terminal dispone de una superficie total de patio de 300.119 m² y una longitud de muelle de 850 m en la parte este y 850 m en la parte norte, con unos calados de 18,5 m y 17,5 m respectivamente, pudiendo operar los mayores megabuques existentes a días de hoy. En cuanto

a los equipos, ésta dispone de 8 grúas de muelle con automatizaciones menores (sistema automatizado de chequeo de contenedores, reconocimiento óptico del número de contenedor, ISO e inspección de daños) para facilitar la actividad, 32 ASCs con herramientas avanzadas como *Crane Information Management System (CIMS)*, *Load Control System (LPS)* y *Target Position System (TPS)* y 22 ShC con capacidad de carga de 40 T para realizar el transporte horizontal. Por tanto, el patio con una capacidad máxima de 28.640 TEU está dividido en 16 bloques con una altura de apilado de 5 contenedores y se encuentra automatizado. Esta disposición se muestra en la ilustración siguiente. Asimismo, da servicio a una puerta ferroviaria y la puerta viaria está automatizada.

Ilustración 55. Terminal TTI Algeciras



Fuente: <http://www.ttiatgeciras.com/instalaciones/>

C. BEST (Barcelona Europe South Terminal)

BEST es la primera terminal de contenedores semiautomática desarrollada por la empresa líder mundial en inversión, desarrollo y operación portuaria *Hutchison Port Holdings (HPH)*. Hoy por hoy es la terminal más avanzada tecnológicamente de la fachada mediterránea. Puesta en marcha en 2012 y con una capacidad operativa de 1,8 millones de TEU al año, dispone en la actualidad de 11 grúas de muelle Super Post-Panamax, 54 grúas automatizadas (ASC) y 32 Shuttle Carriers, operando a lo largo de 1.500 metros de muelle con un calado de 16.5 metros de profundidad. El número de bloques automatizados asciende a 27. La productividad del buque es de 220 mph y más de 40 mph de productividad de media de la grúa.

Las instalaciones disponen con uno de los sistemas de puertas más modernos en Europa, y una de las terminales ferroviarias más grandes dentro de una terminal marítima de contenedores, con ocho vías de ancho mixto (ibérico y UIC) de 750 metros, conectando BEST diariamente con diferentes puntos de España y del Sur de Francia. Es capaz de recibir 16 trenes al día.

La terminal está gestionada por el sistema operativo nGen (*Next Generation Terminal Management System*) desarrollado por el grupo *Hutchison Ports* y que, en el caso de Barcelona, ha sido adaptado a las particularidades del nuevo modelo operativo semiautomatizado.

Dado los buenos resultados del funcionamiento de la terminal, HPH comenzará la nueva fase de ampliación de la terminal. Una vez finalizadas las obras de ampliación, la maquinaria se incrementará hasta alcanzar las 80 grúas automatizadas (ASC), repartidas en un total de 40 bloques automatizados de almacenamiento de contenedores.

Ilustración 56. Terminal BEST en el Puerto de Barcelona.



Fuente: <http://www.best.com.es/es/la-terminal/>

D. Victoria International Container Terminal (VICT)

Victoria International Container Terminal (VICT) fue designada por el Puerto de Melbourne en 2014 para diseñar, construir y operar la primera terminal de contenedores totalmente automatizada de Australia. En marzo de 2017, VICT dio la bienvenida a su primer barco y ahora está decidido a establecerse como punto de referencia mundial para la automatización de puertos.

La terminal posee una capacidad anual de más de un millón de TEU, dispone de un área total de 35,4 ha, con un muelle de 660 m. El calado máximo de 14,5 m permite el atraque de los buques portacontenedores más grandes en la actualidad. En cuanto a los equipos de la terminal, dispone de 5 grúas de muelle Neo Panamax, las cuales operan de forma remota, a 1,2 kilómetros del muelle mediante cable de fibra óptica. Los operadores de grúas tienen una transmisión de video en vivo con 16 cámaras con hasta 10 vistas diferentes a la vez. Además poseen 11 *Automatic Container Carriers* (ACC) que mueven los contenedores desde el bloque hasta el tramo posterior de la grúa de muelle, que tiene 62 metros. Funcionan con diésel y están guiados por 15.000 imanes en el suelo. Pueden durar hasta 60 horas antes de repostar y 20 *Automatic Stacking Cranes* (ASC). También disponen de 945 conexiones *reefer* con posibilidad de aumentarlas a más de 1000.

Ilustración 57. Victoria International Container Terminal (VICT) en Melbourne, Australia.



Fuente: <https://www.vict.com.au/our-facilities-and-operations/>

E. Terminal Qingdao New Qianwan Container, Puerto de Qingdao

Qingdao New Qianwan Container Terminal (QQCTN) fue la primera terminal de contenedores totalmente automatizada de Asia y sigue siendo una de las más avanzadas del mundo. En funcionamiento desde mayo de 2017, se encuentra en el área del puerto de South Bank of Qingdao Qianwan y tiene una capacidad anual de 5,2 millones de TEU. Tiene capacidad para los buques portacontenedores más grandes del mundo de 24.000 TEU. QQCTN es un joint-venture entre el puerto de Qingdao, Cosco, APM Terminals (18%), DP World y Pan Asia International Shipping (HK) Ltd.

En cuanto a sus equipos, dispone de 7 grúas STS *double trolley*, 38 AGV eléctricos y 38 ASC. La terminal está controlada por escáneres láser y sistemas de posicionamiento que pueden ubicar las cuatro esquinas de cada contenedor para sujetarlos con precisión y moverlos a camiones sin conductor. Esta tecnología permite que la terminal opere en completa oscuridad durante la noche, lo que ha ayudado a reducir los costos laborales de la terminal en un 70% y aumentar la eficiencia en un 30%. Un ejemplo de dónde esto ha surtido efecto es la cantidad de trabajadores necesarios para descargar un buque de carga, ya que se ha reducido de 60 a 9.

Tan sólo en su primer año, gestionó 800.000 TEU procedentes de 660 barcos. Al comienzo de las operaciones, su eficiencia de carga se situaba en torno a los 26.1 contenedores por hora. Desde entonces, el número ha aumentado hasta los 33.1 contenedores por hora, lo que supone un 50% más que el promedio mundial.

Ilustración 58. Terminal Qingdao New Qianwan Container.



Fuente: <https://www.navis.com/en/community/customers/qingdao-new-qianwan-terminal-qqctn--breaking-records-through-innovation-and-technology/>

5. Terminales de contenedores convencionales y automatizadas

5.1 Mejora de la eficiencia gracias a la automatización

Automatizar las terminales portuarias de contenedores responde a un plan estratégico para dar respuesta a las necesidades estratégicas de los puertos que buscan basar la operativa de la terminal en un desarrollo sostenible, como es la mejora del desempeño operativo, el aumento de la seguridad y la reducción del impacto medioambiental.

Mejorar el rendimiento operacional y optimizar la eficiencia es la fuerza impulsora principal para automatizar las terminales portuarias de contenedores. Los muelles automatizados pueden proporcionar una mayor eficiencia de producción y permitir operaciones con mayor ocupación de muelles y densidad de patio, haciendo así un mejor uso del espacio y aumentando la capacidad de las instalaciones. Dado que se elimina la incertidumbre en la respuesta, las operaciones son más ordenadas y organizadas, tiene mayor prioridad para determinar la capacidad de cambiar operaciones, y es menos sensible a factores externos, y puede hacer un uso más efectivo de recursos, su conveniente operación y tiempo de control, permiten la toma de decisiones en tiempo real y minimizan la necesidad de realizar remociones.

Como desventaja, se puede mencionar que la planificación y gestión operativa de los terminales automatizados se ve afectada por la pérdida de flexibilidad inherente a la estandarización de los procesos automatizados. Las operaciones de programación dificultan la planificación y la gestión de soluciones únicas que no se han considerado antes y requieren procedimientos y una gestión de excepciones eficaz. Del mismo modo, en comparación con los terminales tradicionales, la capacidad de adaptación a los picos de demanda es menor.

Además, la automatización ha contribuido enormemente a mejorar la seguridad y protección del personal y las instalaciones portuarias. Automatizar los procesos mejora la seguridad al reducir la posibilidad de error humano en las operaciones y disminuye las probabilidades de accidentes al retirar al personal de los muelles y ubicarlos en oficinas. Implementar automatizaciones menores también ayudan del mismo modo a reducir el riesgo de accidentes porque estandariza la forma en que se realizan las operaciones, minimizando así la importancia del cuidado y las habilidades del operador. Por ello, no solo se mejora la seguridad del personal si no que aumenta la calidad de los trabajos al no estar expuestos a las inclemencias meteorológicas, al ubicarlos en salas de control con puestos de trabajos más ergonómicos, etc.

Por otro lado, automatizar una terminal repercute en gran medida al consumo energético global de la terminal ya que se encamina hacia una mejora de la eficiencia energética. La automatización ayuda a optimizar las operaciones a escala global al minimizar el recorrido de las máquinas, los desplazamientos en vacío, los cambios de ubicación del contenedor, etc., lo que incide directamente en la reducción del consumo energético. Además, la mayoría de los equipos utilizan motores que son más eficientes energéticamente y disminuyen el consumo de energía, las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación acústica.

Si se compara con una terminal convencional, gracias a la automatización se mejora el aprovechamiento del espacio al minimizar el área requerida para procesar un determinado flujo, retrasando así las posibles obras de ampliación de la terminal y con ello, el consumo de materiales y energía. Además, se reducen los impactos ambientales asociados a la ocupación de las zonas costeras por la infraestructura portuaria, que alteran el paisaje y privan a la sociedad de otros usos.



En cuanto al impacto que esto produce en la comunidad portuaria no siempre se considera positivo. La pérdida de empleo provocada inevitablemente por un mayor grado de automatización dará lugar a conflictos con los estibadores ya que se pone en riesgo su estabilidad laboral y sus condiciones de trabajo. Esto desencadena conflictos laborales y requiere de negociaciones a largo plazo con el sindicato de trabajadores. En las terminales *brownfield*, los sindicatos portuarios muestran una mayor resistencia al cambio que en las terminales de nuevo desarrollo.

Aunque es posible reducir la intervención manual directa de la operación mediante la automatización, el nivel de formación necesario para realizar las tareas relacionadas con la misma ha aumentado significativamente. Por tanto, dado que esto supone un cambio integral en el sistema de trabajo y gestión de las operaciones habituales de la terminal, la automatización de la terminal de contenedores debe ir acompañada de un plan de recursos humanos que facilite la necesaria reorganización y formación de los operadores afectados por lo anterior. automatización.

Por último, la automatización requiere de una inversión de capital sustancial (CAPEX) en soluciones de automatización y capacitación de recursos humanos. Por lo tanto, decidir implementar planes estratégicos relacionados con la automatización requiere un análisis de viabilidad de sus planes de implementación y tener en cuenta muchos factores.

En la siguiente tabla, se resumen las ventajas e inconvenientes que supondrían sobre una terminal portuaria de contenedores su automatización:

Tabla 9. Ventajas y desventajas de los PTC automatizados

Ventajas	Desventajas
Desempeño operativo	
<ul style="list-style-type: none"> ✚ Aumento de la productividad operativa. ✚ Se opera con altas ocupaciones de muelle y altas densidades de patio, ofreciendo más capacidad con el mismo espacio. ✚ Mayor flexibilidad para adaptarse a los picos de demanda. ✚ Operaciones más organizadas y metódicas, reduciendo la incertidumbre en los tiempos de respuesta. ✚ Mayor capacidad para priorizar cambios operacionales. ✚ Menos afección por factores externos y falta de personal de la estiba. ✚ Eficiencia en la utilización de recursos. ✚ Mayor control de las operaciones dada la existencia de una comunicación continua entre los sistemas de control y la flota de equipos, facilitando así la toma de decisiones en tiempo real ✚ Menor volumen de operaciones de <i>housekeeping</i>, que se pueden planificar de antemano para llevarlas a cabo sin interferir con la carga y descarga operaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Menor flexibilidad para la planificación operativa. ✚ Se deben planificar previamente nuevos escenarios. ✚ Más dificultad para reaccionar cuando ocurren excepciones.
Seguridad y protección	
<ul style="list-style-type: none"> ✚ Incremento de la seguridad en los PCT dada la reducción de riesgos para los recursos humanos. ✚ Incorporación de sistemas de seguridad. ✚ Reducción de errores humanos en la operación y el impacto de posibles accidentes 	
Sostenibilidad ambiental	
<ul style="list-style-type: none"> ✚ Equipamiento eléctrico (menor consumo, emisiones y ruido). ✚ Eficiencia en el aprovechamiento del espacio. ✚ Optimización de los desplazamientos de los equipos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Conflictos laborales (reducción de personal portuario)
Rentabilidad económico- financiera	
<ul style="list-style-type: none"> ✚ Menor costes operacionales variables ✚ Menores costes operacionales de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Alta inversión inicial

Fuente: Elaboración propia a partir de (Martín-Soberón, Monfort, Sapiña, & Calduch, 2014)

5.2 Niveles de automatización

A día de hoy, el término “terminal automatizada” se emplea para denominar a aquellas terminales portuarias de contenedores que han automatizado los movimientos en el patio de almacenamiento, así como los de interconexión del muelle-patio. Esta definición, aunque no está actualizada, es la que se sigue utilizando. Hoy en día, existen terminales que han automatizado total o parcialmente las grúas de muelle o han automatizado las puertas de la terminal. Como se ha comentado anteriormente, en el año 1993, la ECT Delta Terminal fue la primera terminal que automatizó el patio de almacenamiento y la interconexión muelle-patio, manteniendo la interconexión grúa-buque de forma manual y la recepción y entrega asistida por controladores remotos (Martín-Soberón, Monfort, Sapiña, & Calduch, 2014).

Sin embargo, dado los diferentes escenarios y necesidades que pueda tener una terminal de contenedores en particular, algunas terminales portuarias de contenedores han optado por soluciones intermedias entre la automatización total y lo convencional. Así surgen las terminales automatizadas parcialmente o semiautomatizadas en los movimientos principales. Estas terminales suelen tener el patio de almacenamiento automatizado y la interconexión muelle-patio con equipos convencionales, o viceversa.

Las terminales automatizadas y semiautomatizadas emplean niveles de automatización mayores o incluso totales, empleando para ello equipos automatizados como veremos en detalle en el apartado 5.3 Automatización por subsistemas.

Sin embargo, en un menor grado de automatización encontramos las automatizaciones menores. Esta es una solución para terminales en servicio que todavía no han amortizado su inversión inicial de equipamiento. Estas automatizaciones consisten en la sistematización de algunas funciones de los equipos o en el manejo de equipos por control asistido. Los objetivos son aumentar la seguridad, la eficiencia o la calidad en los procesos. En ocasiones, se consigue la automatización total de los equipos convencionales mediante la implementación de automatizaciones menores necesarias mediante un proceso de *retrofitting*. (Martín-Soberón, Monfort, Sapiña, & Calduch, 2014). Estas automatizaciones menores pueden llevarse a cabo por ejemplo en las puertas de la terminal, con el reconocimiento de matrículas o mediante sistemas anticolidión de los equipos o de detección en patio y en la interconexión.

Por otro lado, como es de esperar, la dificultad de la implementación de mecanismos automatizados en una terminal de contenedores, dependerá de si la terminal está en servicio (*brownfield*) o si es de nueva creación (*greenfield*) ya que, si se trata de una terminal operativa, existirá un problema de compatibilidad en las operaciones. La automatización de una terminal requiere de su instrumentación mediante la instalación de equipos, sensores, transmisores de campo, sistemas de control y supervisión, sistemas de transmisión y recolección de datos, y aplicaciones de *software* en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones. Por lo que, se deberá prever una caída temporal en los niveles regulares de rendimiento operativo y eficiencia, así como una posible merma en la capacidad y en el nivel de servicio prestado. Tal y como apuntan (Martín-Soberón, Monfort, Sapiña, & Calduch, 2014), el sistema operativo de la terminal (TOS) deberá garantizar que, durante el período de tiempo que coexistan en la terminal las dos formas de manejar el flujo de tráfico, pueda procesar ambos tipos de modos operativos, así como disponer de espacio adicional para producir una sobrecapacidad temporal que evite la saturación del patio durante el período de transformación.

Mayor grado de automatización tanto en los procesos como en los equipos, supondrá un mayor grado de la transformación en la terminal, así como una mayor inversión. Por ello, en función

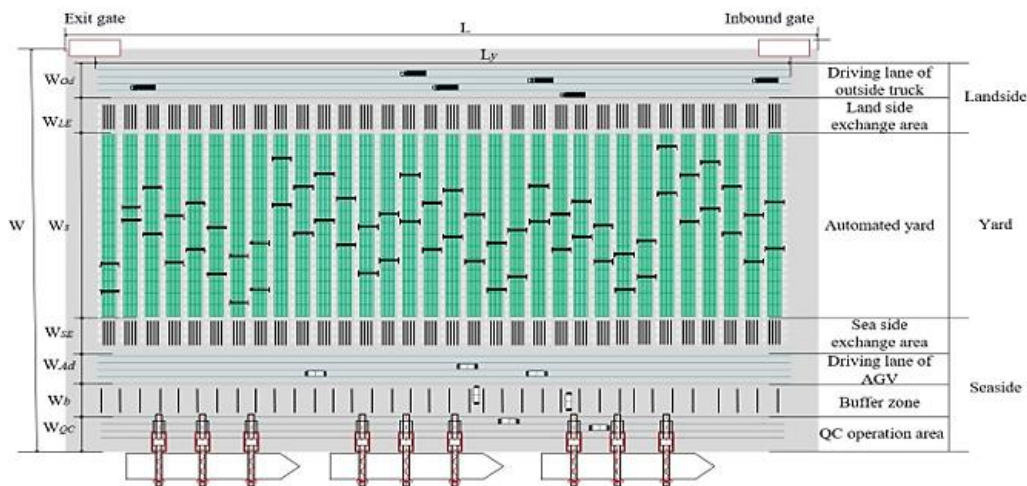
del objetivo a alcanzar en terminales operativas, se suelen comenzar automatizando parcialmente o por fases. Sin embargo, una alternativa a las grandes automatizaciones, son las automatizaciones menores, que en muchas ocasiones se convierten en la solución óptima en terminales ya en servicio.

5.3 Automatización por subsistemas

5.3.1. Diseño en planta de las terminales automatizadas

Previamente al estudio de los equipos automatizados disponibles en el mercado, es importante conocer el esquema general de la distribución en planta de las terminales automatizadas que usan grúas de muelle con sistema *double trolley*, ARMG en el patio de almacenamiento y AGVs como medio de interconexión, como se muestra en la Ilustración 59.

Ilustración 59. Diagrama esquemático del diseño típico en las terminales de contenedores automáticas



Fuente: (Nanxi, Daofang, Xiaowei, Jun, & Yinping, 2019)

Como se observa en la ilustración anterior, una distribución típica de las terminales automatizadas se divide en tres partes: lado mar, lado tierra y patio de almacenamiento. El lado mar incluye el atraque, la zona de operación de la grúa de muelle (*QC operation area*), la zona de espera de los vehículos de interconexión (*buffer zone*), los carriles de conducción de los AGVs (*driving lane of AGV*) y la zona de intercambio de los contenedores con el patio (*sea side exchange area*). Por otro lado, el lado tierra incluye los carriles de conducción de los camiones exteriores (*driving lane of outside truck (OT)*), la zona de intercambio de los contenedores del lado tierra (*land side exchange area*) y las puertas de entrada y salida del puerto. Generalmente, la alineación de los bloques es perpendicular al muelle y el ancho de cada bloque depende de las características de las ARMG.

La formulación siguiente muestra la descomposición de la variable W , en función de los diferentes anchos de las zonas expuestas anteriormente.

$$W = W_{od} + W_{LE} + W_{SE} + W_{Ad} + W_b + W_{QC} + W_S \quad (1)$$

Dónde:

W_{od} : ancho de los carriles de conducción de los camiones externos (OTs)

W_{LE} : ancho de la zona de intercambio del lado tierra

W_{SE} : ancho de la zona de intercambio del lado mar

W_{Ad} : ancho de los carriles de conducción de los AGVs

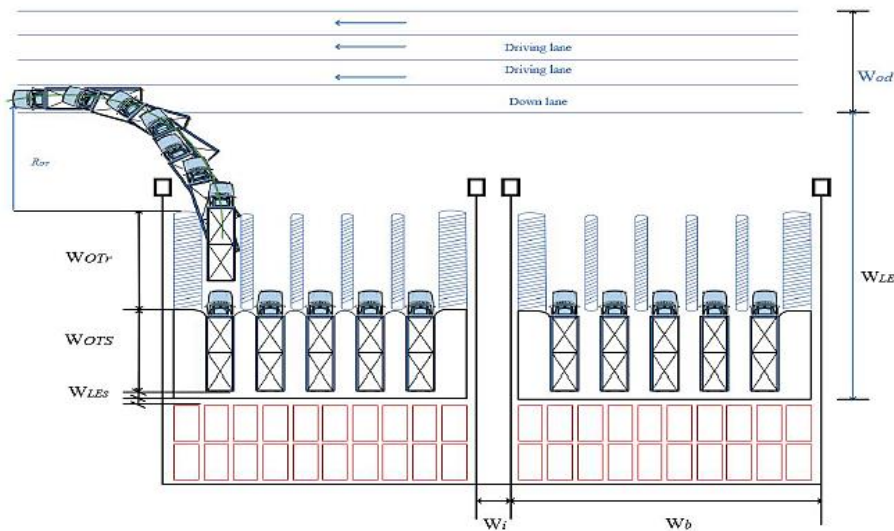
W_b : ancho de la zona buffer

W_{QC} : ancho de la zona de operación de la QC (*quay crane*)

W_S : ancho del patio de almacenamiento

En la Ilustración 60 se muestra el diagrama de disposición del área de intercambio en el lado tierra (LE). La determinación de los anchos y longitudes, viene mayormente prefijada por el tipo de vehículo para el que se diseña esta zona.

Ilustración 60. El diagrama de disposición del área de intercambio en tierra (LE)



Fuente: (Nanxi, Daofang, Xiaowei, Jun, & Yinping, 2019)

Los camiones externos (OTs) se disponen frente al carril al que quieren acceder, de modo que, realizando un giro marcha atrás, logran entrar en el carril de carga o descarga del contenedor. Por lo tanto, se puede derivar la siguiente fórmula:

$$W_{LE} = R_{OT} + L_{OTr} + L_{OTS} + L_{LES} \quad (2)$$

Dónde:

R_{OT} : radio de giro de los OTs, que depende del tonelaje de los camiones

L_{OTr} : distancia de inversión directa de los OTs, la cual es igual a la longitud del camión más una distancia fija de seguridad.

L_{OTS} : longitud de los camiones OTs en el área de carga y descarga, que es igual a la longitud del camión más una distancia fija de seguridad.

L_{LES} : distancia de seguridad en la zona de intercambio del lado tierra, el cual es un valor fijo.

De igual forma, se obtiene el diagrama de disposición del área de intercambio del lado mar, tal y como se muestra en la Ilustración 61.

$$W_{SE} = R_{AGV} + L_{AGVr} + L_{AM} + L_{SEs} \quad (3)$$

Dónde:

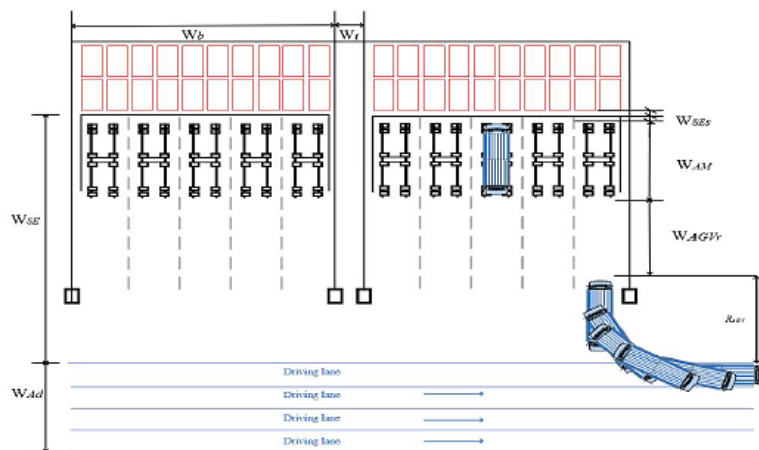
R_{AGV} : ancho de los carriles de conducción de los camiones externos (OTs)

L_{AGVr} : ancho de la zona de intercambio del lado tierra

L_{AM} : ancho de la zona de intercambio del lado mar

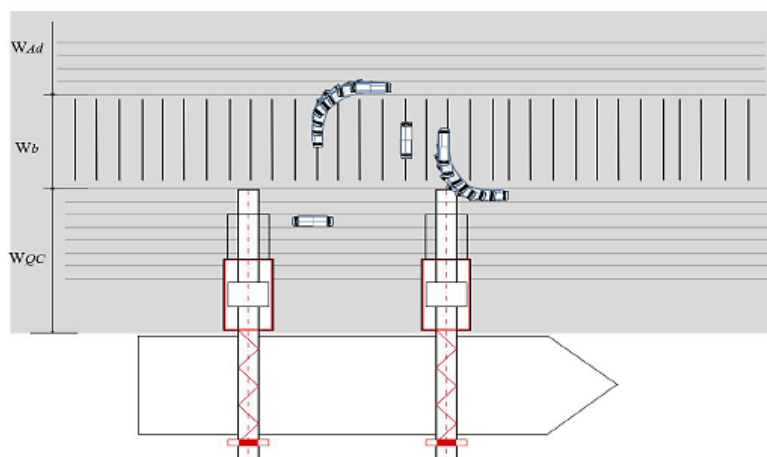
L_{SEs} : ancho de los carriles de conducción de los AGVs

Ilustración 61. Diagrama de disposición del área de intercambio en el lado mar (SE)



Fuente: (Nanxi, Daofang, Xiaowei, Jun, & Yinping, 2019)

Ilustración 62. Diagrama de disposición de la zona buffer y el área de operación de la grúa de muelle



Fuente: (Nanxi, Daofang, Xiaowei, Jun, & Yinping, 2019)

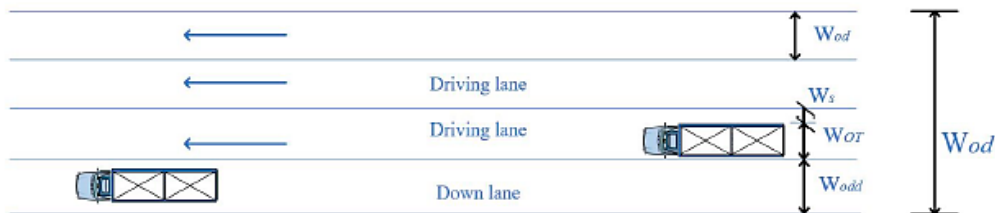
$$W_{Od} = (n_{Od} - 1) * W_{Od} + W_{Odd} = (n_{Od} - 1) * (W_{OT} + W_S) + W_{Odd} \quad (4)$$

Dónde:

n_{Ad} : ancho de los carriles de conducción de los camiones externos (OTs)

w_{Ad} : ancho de la zona de intercambio del lado tierra

Ilustración 63. Diagrama de disposición del carril de conducción de los camiones externos (OT)



Fuente: (Nanxi, Daofang, Xiaowei, Jun, & Yinping, 2019)

$$W_{Ad} = n_{Ad} * w_{Ad} \quad (5)$$

Dónde:

n_{Ad} : ancho de los carriles de conducción de los camiones externos (OTs)

w_{Ad} : ancho de la zona de intercambio del lado tierra

$$W_S = L_b + 2w_{SS} \quad (6)$$

Dónde:

L_b : ancho de los carriles de conducción de los camiones externos (OTs)

w_{SS} : ancho de la zona de intercambio del lado tierra

A continuación, se analizan en detalle los distintos equipos automatizados existentes en una terminal, ordenados por subsistema. La automatización del patio de almacenamiento y de los equipos de interconexión son los más desarrollados y los que en mayor medida se encuentran en las terminales portuarias que apuestan por la automatización.

5.3.2. Automatización en el subsistema línea de atraque

5.3.2.1. Automatización de los sistemas de amarre

El sistema de amarre de los buques al muelle es el que menos había evolucionado hasta hace unos años. Con el objeto de mejorar el amarre, se hacen mejoras en las infraestructuras de los puertos de modo que, se reduzca el oleaje y la agitación dentro de la dársena, pero no se invertía



lo suficiente para desarrollar sistemas de amarre que pudieran responder adecuadamente a estas solicitudes.

Con las automatizaciones del sistema de amarre que se presentan a continuación, se pretende mejorar respecto al amarre convencional por cabos:

- La inmovilización del buque, dentro de unos límites, ante oleajes, corrientes, vientos...
- Minimizar la probabilidad de accidentes. En el sistema convencional puede producirse la rotura de los cabos, causando heridas en los operarios.
- Reducir la distancia de seguridad entre buques, de forma que se pueda aprovechar el espacio disponible y albergar buques de mayor eslora.
- Minimizar el personal en muelle para aumentar la seguridad.
- Reducción del personal necesario para llevar a cabo el amarre
- Agilizar el amarre y desamarre de los buques, con el objeto de reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera y la estancia en el puerto. Este ahorro de tiempo en puerto podría permitir que los buques redujeran su velocidad durante la travesía, reduciendo el consumo de combustible y, por tanto, la contaminación emitida.

A continuación, se exponen diferentes soluciones automatizadas al problema del amarre de los buques:

a) Sistema de amarre hidráulico *ShoreTension*

La empresa holandesa "KRVE" ha desarrollado un sistema sencillo de amarre en colaboración con la Autoridad Portuaria de Rotterdam. El sistema *ShoreTension* complementa al sistema tradicional de amarras. Este equipo reduce el movimiento del buque provocado por el viento, la corriente u otros buques que pasen a poca distancia del buque atracado. El sistema realiza un control constante de la tensión de modo que, si se acerca al límite de la tensión máxima de trabajo de 150 toneladas métricas, avisa al personal para que pueda actuar.

Su instalación se realiza en el muelle entre dos bolardos. Un extremo se fija al bolardo, mientras que la línea de amarre del barco está conectada a la parte móvil del dispositivo. El segundo bolardo se utiliza para guiar la línea de amarre del barco.

Por otro lado, este sistema solo requiere activarse una vez mediante un sistema hidráulico. Después, funciona de forma independiente sin necesidad de aporte de energía externa. Esta característica facilita la colocación del sistema *ShoreTension* en cualquier lugar del muelle.

En función del tamaño del barco, las condiciones climáticas y las condiciones locales, se requieren de dos a cuatro sistemas para el amarre seguro y estable de los barcos.

Por último, cada *ShoreTension* tiene su propio controlador inalámbrico que funciona con energía solar. Esto permite que el capitán del barco, el operador de la terminal y otras partes monitoreen de forma remota la tensión en las líneas de amarre en tiempo real.

El puerto de Bilbao es uno de los puertos donde se ha utilizado este sistema, en concreto, para auxiliar en el adrizamiento del buque a la deriva "Modern Express" que encontró en Bilbao su puesto refugio cuando estaba con más de 45 grados de escora.

Ilustración 64. Sistema Shoretension



Fuente: <https://shoretension.com/>

b) Sistema semiautomático de amarre (TSS Group)

El sistema de bolardo automático permite que la propia tripulación desde barco pueda enganchar el cabo al bolardo y así reducir el personal que normalmente se encarga de este trabajo en muelle, con el consecuente aumento de la seguridad. El operario, a través de un control remoto y desde el puente del buque, inclinará el brazo del bolardo hacia el buque para que, la tripulación puede encapillar la estacha al bolardo. A continuación, el bolardo retrocederá a su posición inicial para tensar el cabo. Durante la estancia del buque en el muelle, el sistema mantiene de forma automática la tensión de las estachas. Para el desamarre, el operario vuelve a inclinar el sistema para reducir la tensión del cabo y poder desencapillar con seguridad el cabo.

c) Vagón metálico (TTS Group)

Otra solución aportada por TTS Group elimina el uso de cabos para amarrar el buque, mediante el uso de un brazo metálico que se fija al casco del buque. Para ello, es necesario realizarle una pequeña modificación al casco del buque tanto en proa como en popa.

El sistema funciona del siguiente modo: cuando el buque se encuentra en la posición correcta, cerca de las defensas, un operario del muelle desde una zona alejada, maneja un *joystick* de modo que guía el brazo hacia las hendiduras del casco. Esta operación también la podría hacer el propio sistema de forma automática. Una vez el buque se encuentre amarrado, el sistema ofrece información a tiempo real para que pueda ser monitorizada.

Los inconvenientes que presenta este sistema son que solo realiza movimientos verticales, por lo que, el barco que atraque debe disponer las hendiduras a la misma distancia que están los vagones en el muelle. Por lo que, se podría dar el caso que un muelle solo pueda recibir un buque en concreto o, que un buque, solo pueda usar este sistema en un puerto (Sastre Ribot, 2016).

Ilustración 65. Vagón semiautomático. TTS Group



Fuente: <https://www.nauticexpo.es/prod/tts-marine/product-31735-473213.html>

d) Sistema por vacío (Cavotec)

Dentro de este subsistema, una primera solución consiste en el **amarre automático MoorMaster™** de la empresa CAVOTEC. Este sistema elimina la necesidad de cabos de amarre utilizando unas ventosas automáticas que amarran y liberan embarcaciones en segundos apretando un solo botón. Mejora drásticamente la seguridad y la eficiencia operativa, optimiza la interfaz entre el barco y el muelle y en muchos casos, permite ahorrar en infraestructura.

Gracias a su diseño modular de ventosas que se adhieren a cualquier superficie, se utiliza para una amplia variedad de buques, independientemente del tamaño y diseño del buque. Los sistemas MoorMaster™ se utilizan para amarrar ferris, buques portacontenedores de hasta 400 metros y graneleros de más de 300 m.

Ilustración 66. Ejemplo de sistema MoorMaster™ instalado en Helsinki en 2016



Fuente: <https://www.mynewsdesk.com/cavotec/pressreleases/port-of-helsinki-once-again-selects-cavotec-automated-mooring-for-faster-safer-and-cleaner-operations-2926746>

El sistema *MoorMaster*TM necesita apenas 30 segundos para amarrar un barco, reduciendo considerablemente los tiempos de maniobra y aumentando la productividad de la línea de atraque. Además, es capaz de desamarrarlo en 10 segundos. No requiere de personal en el muelle para realizar las tareas de amarre, por lo que reduce el riesgo de accidentes en un área peligrosa. En cuanto a la infraestructura, mejora la utilización de los muelles ya que, al no utilizarse cabos de amarre, permite que la distancia entre buques amarrados disminuya, y además como se observa en la Ilustración 67, la longitud del muelle se puede “ampliar virtualmente” ya que la proa del barco puede sobresalir del extremo del muelle. Es una apuesta por la reducción del impacto ambiental, ya que reduce en más del 90% las emisiones durante el atraque de barcos debido al uso reducido de remolcadores y motores de los barcos. Por otro lado, permite monitorizar en tiempo real los procesos y fuerzas de amarre que el buque está ejerciendo y reduce el movimiento del buque por marejada, oleaje y barcos en tránsito.

Ilustración 67. MoorMaster System



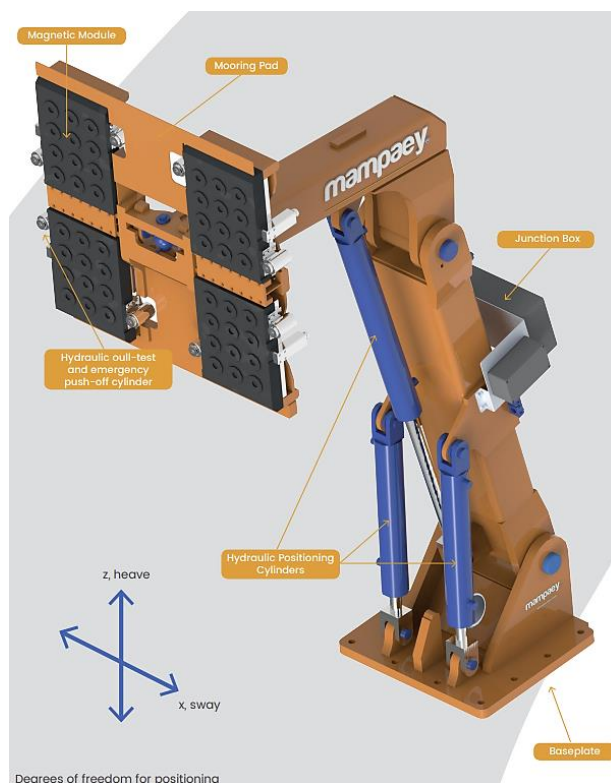
Fuente: <https://www.cavotec.com/es/your-applications/ports-maritime/automated-mooring>

e) Amarre magnético o *Dock Locking System by Mampaey*

La empresa *Mampaey* ha desarrollado un sistema parecido al de *Cavotec*. Este mecanismo utiliza placas magnetizadas para adherirse al casco del buque, en lugar de utilizar un sistema de vacío. Aunque a día de hoy es un prototipo que se está probando para amarrar *ship to ship*, en un futuro pretende servir como amarre para los puertos. El buque elegido de pruebas es el buque *bunker MTS Valburg*, buque holandés que transfiere combustible a otros buques.

El sistema se acciona desde el puente del buque y es completamente automático. En cada placa hay distribuidos de forma alterna polos positivos y polos negativos, de forma que, cada polo esté rodeado por polos opuestos. Tras accionar el mecanismo, se genera un flujo magnético que permite la adhesión del brazo al casco del otro buque.

Ilustración 68. Intelligent Dock Locking System by Mampaey.



Fuente: <https://mampaey.com/wp-content/uploads/2017/08/Brochure-Mampaey-intelligent-Dock-Locking-System.pdf>

El sistema detecta el casco y se coloca en la posición correcta sin la necesidad de operarios. Además, durante el amarre, los brazos se reposicionan de forma automática por la variación de calados ya que, la transferencia de combustible de un buque a otro, provoca que el buque que recibe el combustible, aumente su calado, mientras que el buque emisor, reduce su calado.

Entre sus ventajas, destaca el tiempo de acoplamiento al barco menor a un minuto y el desacoplamiento menor a veinte segundos, reduciendo la contaminación por el menor uso de motores.

f) Ganchos de amarre de liberación rápida o *Quick Release Hooks (QRH)*

Por último, el sistema de ganchos de amarre de liberación rápida ha sido desarrollado por las empresas *Mampeay* y *Trelleborg*. El sistema dispone de un monitor central para el control de la interfaz buque-muelle, permitiendo la monitorización y control a distancia de la carga, ayudas para el atraque y la monitorización de fenómenos climáticos (Sastre Ribot, 2016).

Ilustración 69. Quick Release Mooring Hook en Sao Luís Brazil. Mampaey



Fuente: <https://mampaey.com/cases-2/>

Para el atraque, el sistema utiliza dos punteros láser y una pantalla LED ubicados en el muelle, de modo que, los punteros láser midan la distancia entre el muelle y el buque y, por otro lado, la pantalla (ver Ilustración 70) muestre los parámetros más importantes para facilitar la maniobra de atraque (distancia buque-muelle, velocidad de aproximación al muelle y ángulo entre buque y muelle).

En cuanto al amarre, este sistema utiliza ganchos en lugar de los bolardos tradicionales. Cada unidad puede constar de hasta seis ganchos, en función de la empresa que lo suministre. Cada gancho puede amarrar un solo cabo y llegar a soportar una carga segura de trabajo de 150 toneladas. Cada gancho se opera individualmente y puede liberarse mediante control remoto o manualmente por los operarios. En cambio, la operación de enganchar el cabo al sistema sí que necesita de un operario, aunque no supone riesgo ya que el cabo no tiene tensión en ese momento (Sastre Ribot, 2016).

Ilustración 70. LED Screen Quick Release Hooks (QRK) by Mampaey



Fuente: https://mampaey.com/portfolio_page/port-of-fujairah/

Por último, se muestra una tabla comparativa de los sistemas de amarre explicados, extraída del estudio “Análisis y automatización de los sistemas de amarre de un buque” de (Sastre Ribot, 2016).

Tabla 10. Tabla comparativa de los sistema de amarre

	<i>Shoretension</i>	Bolardo semiautomático	Vagón metálico	Sistema por vacío	Sistema magnético	Ganchos de amarre
Uso de cabos	Si	Si	No	No	No	Si
Monitorización de la carga	Si	No	Si	Si	Si	Si
Automatización de procesos	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Bajo
Control a distancia	No	Bajo	Alto	Alto	Alto	Medio
Implementación SCADA	No	No	No	Si	Si	Si
Uso para todos los buques	Si	Si	No	Si	Si	Si

Fuente: (Sastre Ribot, 2016)

5.3.2.2. Automatización en grúas de muelle STS

Respecto a las **grúas de muelle STS**, la evolución de está grúa en términos de automatización ha ido enfocada a la implementación de **automatizaciones menores**, que permiten evolucionar gradualmente hacia una automatización del sistema de carga y descarga con el fin de lograr grandes avances en seguridad.

La empresa ABB ha desarrollado múltiples aplicaciones para su implementación en las grúas de muelle:

- *ELC (Electronic Load Control)*. Este sistema permite calcular la trayectoria óptima del *spreader*.
- *Sway Control*. Sistema que controla el balanceo que se produce por las oscilaciones que tienen lugar durante el izado de contenedores.
- *Skew Control*. Sistema que controla las inclinaciones, giros y/o balanceos durante el proceso.
- Posicionamiento de carga. Una cámara instalada en el *trolley*, especifica la situación exacta de cada contenedor al sistema de la grúa.
- *SPS (Ship Profiling System)*. Este dispositivo utiliza tecnología láser, para situar en todo momento cada contenedor, mejorando la seguridad durante la carga o descarga del buque.

Referido a las **automatizaciones mayores en las grúas STS**, unos de los mayores avances actualmente, es el **control remoto de la operativa** de las grúas de muelle. Los operadores de grúa cambian su puesto de trabajo en el muelle a trabajar desde una sala de control con control remoto de la grúa. El control remoto puede llevarse a cabo gracias a las cámaras instaladas en la grúa y a la información proporcionada por las interfaces de las diferentes automatizaciones menores implementadas. Esta forma de trabajo, permite aumentar la seguridad en la operativa,

al alejar al operador de pie de muelle, dónde actualmente se exponen a elevados peligros. Uno de los hechos más recientes, ha tenido lugar en el Puerto de Valencia, el pasado mes de septiembre. En las operaciones de desamarre del buque en la terminal de MSC, éste golpeó la pluma de la grúa, provocando el desplome de la mayor parte de la estructura al agua y consecuentemente, la caída de la cabina del gruista. El gruista resultó herido de gravedad, pero evitó una catástrofe mayor al avisar a los estibadores que se encontraban en el muelle, de la proximidad del buque (Las Provincias, 2020).

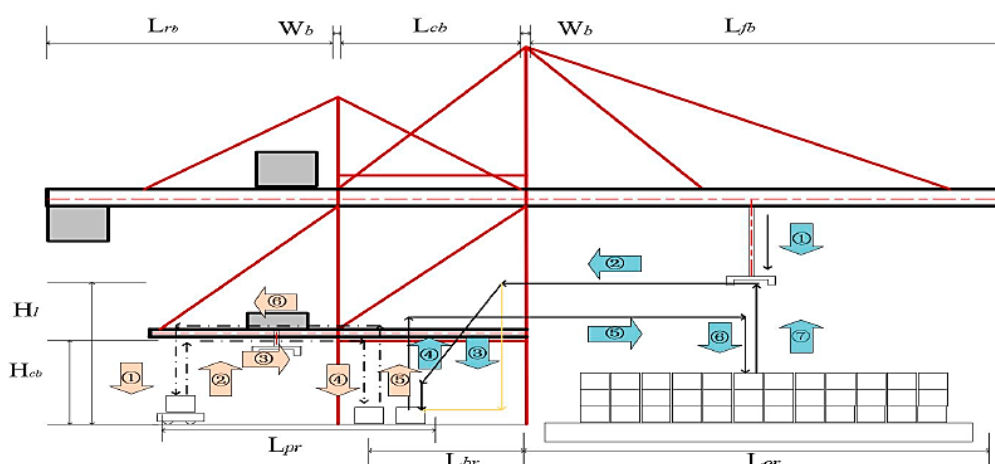
Además, del considerable aumento de la productividad, se reduce el tiempo “perdido” entre los cambios de turnos de los estibadores.

Por otro lado, el sistema **Double Trolley o carro doble** (Ilustración 71). Las grúas provistas con este sistema, disponen de una plataforma a modo de andamio con espacio para dos contenedores, de tal forma, que la operación de carga o descarga de un contenedores al buque se realiza en dos fases: del buque a la plataforma y de ésta al muelle. La plataforma es un punto de almacenamiento y enganche intermedio, por lo que, la automatización se puede conseguir de forma más sencilla entre el muelle y la plataforma.

Disponer de grúas con este tipo de sistema, puede llegar a incrementar su productividad hasta un 50 % (Moreno Martínez, 2013) pero como contrapartida, el precio de adquisición es de un 30%-50% superior a las grúas convencionales. Además, podría requerir de otro operador si el movimiento de la plataforma al muelle no está automatizado, aumentando el coste de manipulación.

Para mejorar el rendimiento de las grúas, algunas terminales automatizadas en Europa se han inclinado por utilizar las grúas de doble ciclo, aunque hay otras que siguen apostando por las de ciclo único, pero utilizando el modelo de grúa más actualizado para obtener mayores rendimientos.

Ilustración 71. Double Trolley Quay Cranes



Fuente: (Nanxi, Daofang, Xiaowei, Jun, & Yinping, 2019)

El sistema twin-lift. Este sistema, como su propio nombre indica, consiste en la elevación de dos contenedores al mismo tiempo mediante el acoplamiento al cabezal de la grúa de un *spreader* especial con 8 *twist locks*. La empresa que más ha desarrollado este sistema es BROMMA. En la Ilustración 72 se muestra un ejemplo de uno de los *spreader* que ha desarrollado. Según la web de la empresa, el *Spreader Tandem E³* ofrece una gran capacidad y flexibilidad pudiendo levantar

diferentes combinaciones de contenedores de 40 o 45 pies. Este tipo de spreader resulta adecuado para terminales de contenedores que tienen un alto porcentaje de contenedores de 40 o 45 pies y un bajo porcentaje de los de 20 pies ya que éstos no pueden levantarlos debido a la configuración de los *twist locks*. Gracias a este sistema, se puede aumentar el rendimiento de la grúa en un 30% (Moreno Martínez, 2013).

Ilustración 72. Spreader Bromma Tandem E³



Fuente: <https://bromma.com/es/products/tandem-e%20b3/>

5.3.3. Automatización en el subsistema de almacenamiento en el patio

En las terminales semiautomatizadas, la automatización del patio de almacenamiento es la tendencia más evidente y notoria.

a. *Automated Stacking Cranes (ASCs)* o RMGs automatizados (ARMG).

Las **Automated Stacking Cranes (ASCs)** son grúas pórticos que permiten maximizar la eficiencia del espacio, ya que se consiguen mayores capacidades y densidades de apilamiento, minimizando el tamaño de la explanada y aumentando la eficiencia. Se desplazan sobre raíles y están alimentadas eléctricamente.

En cuanto a sus características destaca que no necesitan de manipulador en la propia máquina, tiene unas dimensiones parecidas a los sistemas RTG, formando bloques entre 6 y 10 contenedores de ancho y 4 o 5 más uno, de altura. Como se ha comentado anteriormente respecto a las RMGs, se suelen instalar dos ASCs por bloque, de modo que cada ASC opere un lado del bloque. Las dos grúas circulan por el mismo carril, disminuyendo los costes de infraestructura y aprovechando mejor la superficie, ya que los vehículos no circulan por los laterales del bloque. Sin embargo, una avería en una de ellas provocaría que un lado del bloque se quede inutilizado.

Dado que la automatización minimiza el potencial error humano, se evitan las interrupciones no programadas y se gana en productividad y fiabilidad. La seguridad en la terminal aumenta, ya que, los conductores de camión esperan al final del bloque a que la ASCs les deposite el contenedor encima de la plataforma, evitando la circulación entre bloques y minimizando los accidentes.

Este sistema se puede introducir en terminales ya existentes de forma progresiva para que las operaciones diarias no se vean afectadas.

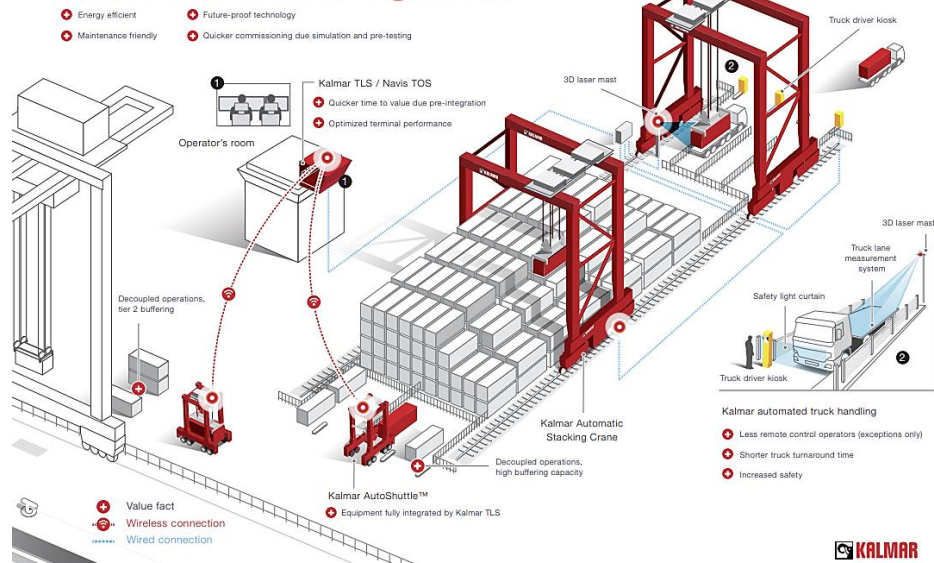
Ilustración 73. ASCs. OneTerminal en VICT Melbourne Australia.



Fuente: <https://www.kalmarglobal.com/automation/kalmarone/asc-terminal/>

Ilustración 74. Kalmar ASC System

Kalmar ASC System



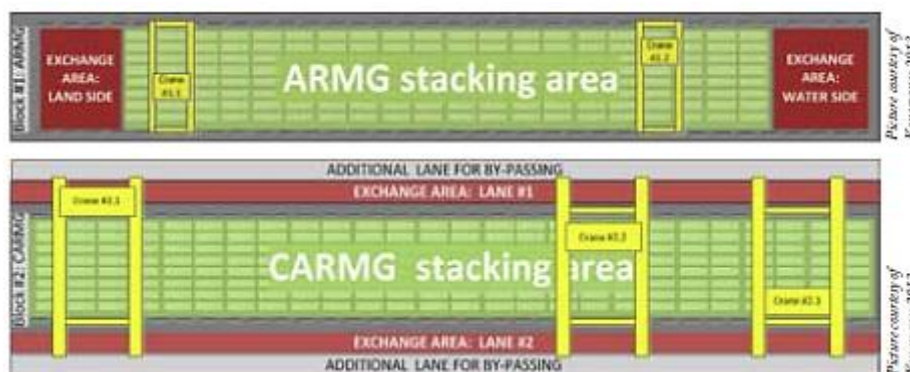
Fuente: https://www.kalmarglobal.com/49297a/globalassets/equipment/automated-stacking-cranes/the-kalmar-asc-system_infographic.pdf

Una evolución de las ASCs son las **ASC cross-over o grúas gemelas pasantes**. Este sistema soluciona la problemática comentada anteriormente y permite que ambas grúas puedan trabajar a lo largo de todo el bloque. Normalmente, la grúa menor se encarga de atender el lado mar dada su mayor velocidad de operación. Principalmente, los inconvenientes que tiene este sistema es que la infraestructura necesaria es mayor al circular las grúas en carriles diferentes y ya que, una de las grúas es más pequeña, disminuye la densidad de patio. El software necesario para operar las ASCs *cross-over* es más complejo al incorporar la posible colisión entre *spreaders*.

Otro sistema muy parecido al anterior, son las **grúas pórtico ARMG (Automated Rail Mounted Gantry Crane)**, muy utilizadas en terminales con altas densidades de patio como ocurre en China o Corea. La forma de trabajar es muy parecida a las ASCs, pero la anchura de las pilas suele ser algo mayor, entorno a los 10 y 15 contenedores de ancho y las 4 o 5 alturas.

Una evolución de las ARMG, pero con voladizo son las **CARMG (Cantilever Automated Rail Mounted Gantry Crane)**. Con este sistema, la carga y descarga se realiza por ambos lados de la grúa pórtico reduciendo así, el recorrido de las grúas ya que, no tienen que desplazarse hasta la cabeza del carril para depositar o recoger el contenedor. Por lo tanto, se gana en eficiencia energética, en flexibilidad y rapidez, aunque el costo de estas grúas es más elevado. Es comúnmente utilizado en terminales en las que el medio de transporte es manual, los bloques están dispuestos de forma paralela al muelle o en terminales con alto tráfico de transbordo. Como se observa en la Ilustración 75, además del carril para el intercambio de la mercancía, se dispone otro paralelamente para el adelantamiento de camiones.

Ilustración 75. Disposición de los bloques de almacenamiento para ARMG y CARMG



Fuente:

https://www.konecranes.com/sites/default/files/download/case_for_automated_rtg_container_handling.pdf

Las terminales que trabajan con ASCs realizan la interconexión de muelle y patio de forma automatizada, utilizando *Automated Guided Vehicles* (AGVs), o utilizando equipos con manipulador, que consta de cabezas tractoras y las plataformas o *shuttle carrier*. (Monfort, y otros, 2011)

b. Automated Rubber Tyred Cranes (ARTG)

Los sistemas de almacenamiento ampliamente utilizados, RTG, también han incorporado tecnología para su automatización, permitiendo que una RTG convencional pueda convertirse en automatizada.

Por un lado, las automatizaciones menores que se pueden incorporar a la RTG son: sistemas anticolidión mediante el posicionamiento en tiempo real, sistema de guiado para los camiones mediante un escáner integrado y un sistema guiado con luz, control activo de la carga para eliminar el balanceo del contenedor y permitir la automatización gracias a su capacidad para adaptarse a las superficies rugosas del patio, doble antena DGPS, etc.

Por otro lado, respecto a automatizaciones mayores, la incorporación del control remoto permite que un operador pueda controlar hasta 6 grúas a la vez. Esta función permite mejorar los costes operacionales, ya que el tiempo de inactividad de una RTG es de aproximadamente el 50% de su horario de actividad total. Además, se puede automatizar la operación de izado de los contenedores y el movimiento propio de la grúa bajo la supervisión del operario, aunque por ahora, la carga y descarga se realiza manualmente por seguridad.

Otra opción es la semiautomatización de la RTG, que se basa en la implementación de componentes a las automatizaciones anteriormente comentadas con el objetivo de conseguir mayor eficiencia y desempeño, consiguiendo que el posicionamiento de los contenedores en el bloque sea automático. Esto permite la reducción del tiempo requerido por el operador al automatizar los movimientos de izado, salvo los movimientos que necesitan supervisión.

Por último, existe la automatización completa del RTG, en la que se automatiza todas las funciones de la grúa pórtico, excepto la operación de posicionar el contenedor en el área de intercambio, la cual supervisa un operador, aunque hoy en día también es posible automatizar esta acción.

Ilustración 76. Diseño de bloque ARTG. KoneCranes

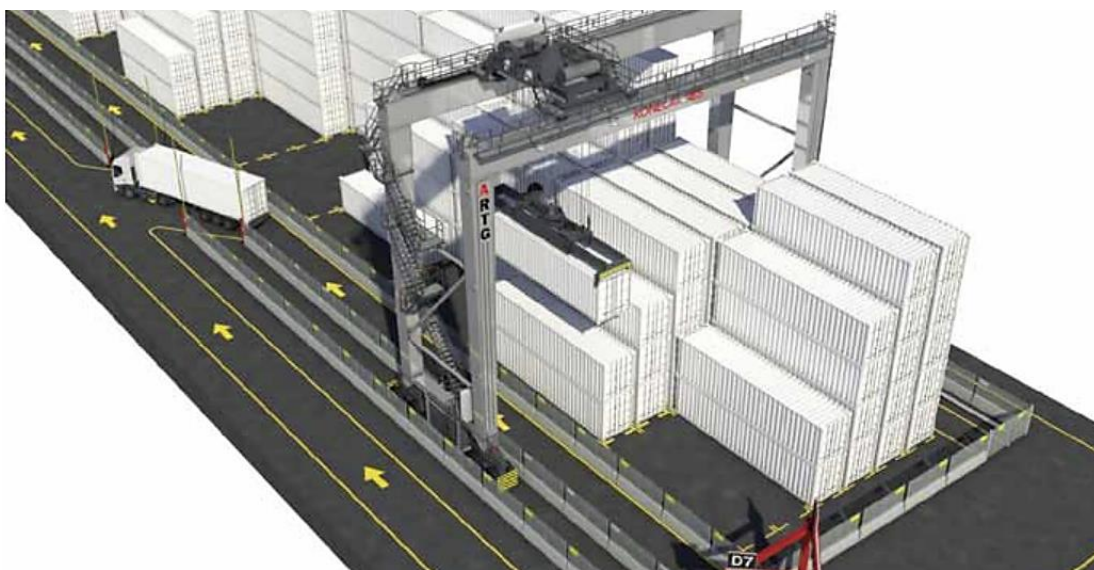


Fuente:

https://www.konecranes.com/sites/default/files/download/case_for_automated_rtg_container_handling.pdf

Como se observa en la Ilustración 76, se disponen dos carriles correspondientes al de intercambio y el de adelantamiento de camiones. El carril de transferencia en el bloque puede estar ubicado en un solo lateral o puede disponerse uno en cada lado del bloque para aumentar la flexibilidad y productividad. Además, es preferible disponer de carriles de salida a mitad de recorrido del bloque para aliviar las operaciones en caso de congestión. Por otro lado, una solución para aumentar la seguridad y reducir el riesgo de atropello al personal, es disponer de vallado perimetral tanto al bloque como a los carriles.

Ilustración 77. Ejemplo de diseño bloque de ARTG. KoneCranes



Fuente:

https://www.konecranes.com/sites/default/files/download/case_for_automated_rtg_container_handling.pdf

Dado que el modelo de automatización basado en neumáticos de caucho es muy diferente al modelo de automatización basado en rieles, la automatización de las RTG no es, por ahora, tan común. En comparación con los sistemas ASC existentes (ARMG o CARMG), el coste de la inversión es menor puesto que el sistema ARTG no necesita rieles. Los neumáticos de goma del ARTG corren sobre rieles virtuales. Es muy factible implementar la automatización ARTG de forma progresiva en la terminal, por lo tanto, se puede incorporar en terminales *brownfield* o *greenfield*. Si la terminal está experimentando cambios relacionados con el tráfico de importación/exportación y transbordo, la implementación del sistema ARTG se puede adaptar a la nueva demanda.

c. *Overhead Bridge Cranes (OHBC)*

Otro sistema de grúas pórtico automáticas es el conocido como OHBC (*Overhead Bridge Cranes*). Son pórticos de hormigón sobre los que se colocan los raíles y sobre ellos circulan puentes grúa. En las industrias utilizan un sistema parecido pero el desarrollo de la operativa en las terminales portuarias es similar a los RMGs automatizados.

Las grúas pórtico automáticas OHBC permiten trabajar con pilas de dimensiones mucho mayores dando lugar a densidades de apilado muy elevadas. Además, la configuración rígida permite una automatización más sencilla. Como contrapartida, al aumentar la altura de apilado, el número de remociones es más elevado y los contenedores situados en las filas inferiores, sufren una sobrecarga mayor. La inversión en obra civil a realizar es mucho mayor que si se utilizaran otros sistemas.

Un ejemplo, y puede que el único, que ha implantado esta tecnología fue en el puerto de Singapur en los años 90 en la Terminal PasirPanjang.

Ilustración 78. OHBC en el puerto de Singapur



Fuente: <https://www.singaporepsa.com/our-business/terminals>

d. *Automated Straddle Carrier (A-Strad)*

Los *Automated Straddle Carrier* pueden realizar tanto labores de almacenamiento como de transporte horizontal, aunque es más habitual emplearlos para el transporte horizontal. Como se muestra en la Ilustración 80, la automatización se logra gracias a los sistemas de sensores, que colocados en el spreader y en los bastidores laterales permiten que el vehículo se acerque, y realice la carga automáticamente. Además de sistemas GPS, tecnología láser para la detección de obstáculos en el recorrido, sistemas de navegación, etc. También incorporan un sensor magnético para saber la posición del vehículo gracias a los imanes embebidos en el pavimento, aunque también está la posibilidad de variación de este sistema utilizando radares. Permiten apilar hasta cuatro contenedores en altura y levantar cargas de hasta 50 toneladas, en función del modelo. Además, tiene una velocidad máxima de 24-30 km/h. Con la *A-Strad* se consigue una mayor eficiencia, operaciones más predecibles, mayor disponibilidad, seguridad ocupacional significativamente mejorada, mayor seguridad y mayor vida útil del equipo.

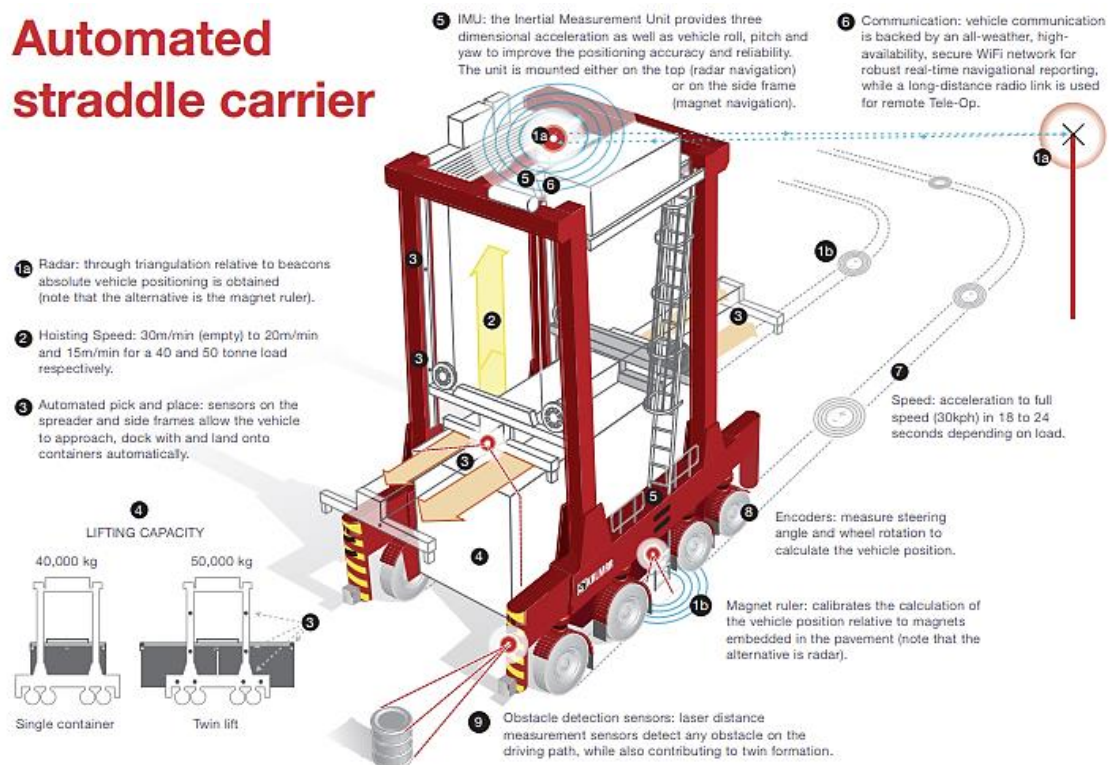
Ilustración 79. A-Strad en Patrick Sydney AutoStrad Terminal



Fuente: <https://www.kalmar.es/automation/automatizacion-de-equipo-terminal-de-autostrad/>

Ilustración 80. Modo de funcionamiento Automated Straddle Carrier

Automated straddle carrier



Fuente:

https://www.kalmarglobal.com/4ad329/globalassets/equipment/pdfs/whitepaper_conversion-to-automated-straddle-carrier-terminal.pdf

Por último, cabe destacar una reciente revolución en el sistema de almacenamiento de las terminales de contenedores. En la Ilustración 81 se presenta el sistema de bahías automatizado “**Boxbay**”, proyecto diseñado por DP World y SMS Group. **Boxbay** ofrece una solución innovadora respecto al almacenamiento de los contenedores. Mediante el sistema *High Bay Storage* (HBS) propone que cada contenedor esté ubicado en un bastidor individual, permitiendo que cada uno sea accesible directamente, evitando la recolocación improductiva. Según la propia web de **Boxbay**, la implantación de este sistema mejora la capacidad de

almacenamiento de las terminales ya que permite apilar hasta 11 niveles, aumentando en un 200% la capacidad de las terminales convencionales o permitiendo la misma capacidad, pero en menos de un tercio del espacio. Por lo tanto, en primer lugar, permite el ahorro de espacio, reduciendo hasta en un 75% los requerimientos de espacio, permitiendo mayor capacidad en terminales con poco espacio y permitiendo una densidad superficial de unos 3000 TEU por hectárea. Además, aumenta la eficiencia operacional, evitando la recolocación improductiva, ya que los contenedores se apilan en bastidores individuales y las grúas tienen acceso directo a cada uno, lo que permite una mejor planificación de la terminal. Por otro lado, se consigue mayores niveles de seguridad al reducir el número de operarios en el muelle y mejoras medioambientales ya que, se reduce la contaminación por ruido al usar maquinaria eléctrica, así como la mitigación de la huella de CO2 al instalar una planta solar en el tejado.

Es un sistema novedoso no aplicado antes en terminales portuarias de contenedores. La Terminal 4 de *Jebel Ali* en Dubai (Emiratos Árabes Unidos) será la encargada de acoger el proyecto piloto.

Ilustración 81. High-Bay Storage. DP World/SMS Group



Fuente: <http://www.spanishports.es/texto-diario/mostrar/1284391/sistema-almacenamiento-high-bay-storage-revolucionara-manipulacion-e-contenedores-puertos>

5.3.4. Automatización en el subsistema de interconexión

La maquinaria utilizada para realizar la interconexión entre los subsistemas, ha ido evolucionando hasta la actualidad, en la que existen varias opciones de automatización. Junto con el subsistema de almacenamiento, son los que más se han desarrollado y los primeros subsistemas que las terminales suelen automatizar.

a. *Automated Guided Vehicles (AGVs)*

Se trata de vehículos que se mueven por la terminal de forma totalmente autónoma con el fin de realizar las funciones de equipo de intercambio. No tienen capacidad de manipular la carga, únicamente la transportan por la terminal. Los AGVs cuentan con motores 100% eléctricos y son capaces de recargarse en apenas unos minutos, mejorando la eficiencia operacional. El mantenimiento, así como la polución y la contaminación acústica se reducen, la vida útil aumenta, lo que permite ahorrar en costes operacionales.

Estos vehículos son capaces de transportar contenedores de 20, 40 y 45 pies que alcancen hasta las 70 toneladas. Disponen de sensores láser para detectar los vehículos, sistemas para mejorar la precisión en el posicionamiento del contenedor varios sistemas que permiten la precisión y la seguridad en el uso de los AGVs como son los sensores láseres para detectar los vehículos, mejoras para la precisión en el posicionamiento, etc.

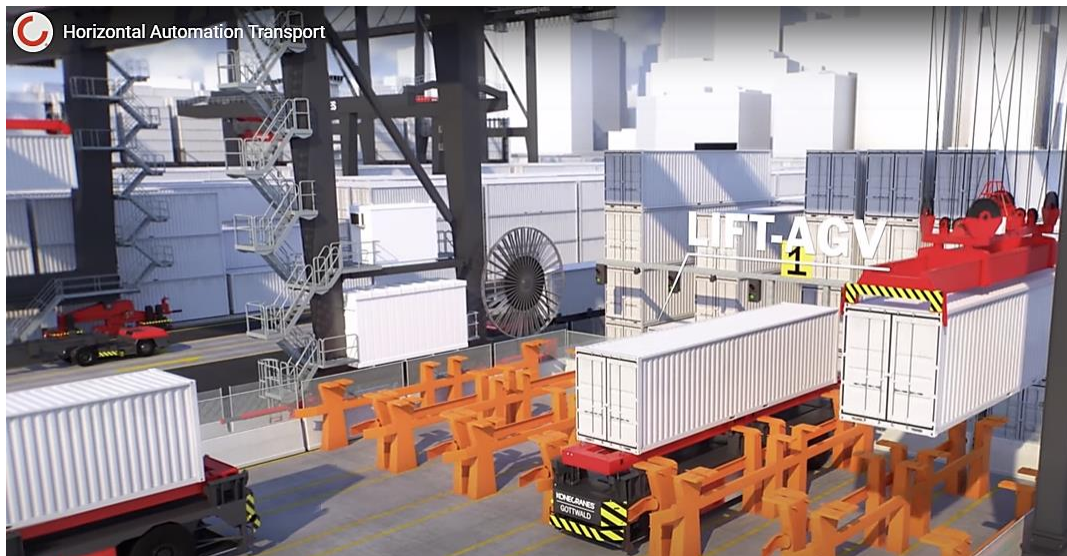
En los últimos años, se ha desarrollado esta tecnología de modo que los AGVs disponen de una plataforma elevadora (**AGVs- Lift**), para que, una vez el vehículo ha cargado el contenedor en el muelle (Ilustración 82) éstos se dirijan a la zona de bastidores de transferencia en el área de almacenamiento. Una vez allí, elevan la plataforma unos centímetros y depositan el contenedor en una estructura metálica, desde dónde la maquinaria de almacenamiento lo recoge y lo almacena en el bloque (Ilustración 83). De este modo, se independiza la carga y descarga de la grúa de muelle con la maquinaria de almacenamiento. Esta desconexión entre estos dos subsistemas se le conoce como *decoupling*. Con un sistema de *decoupling* en una terminal, las grúas de muelle y las de patio recogen y depositan los contenedores en el suelo, en una plataforma fija elevada, o en un *cassette*, sin tener que esperar a que llegue el equipo de interconexión.

Ilustración 82. AGVs de KoneCranes en la línea de atraque



Fuente: <https://www.konecranes.com/equipment/container-handling-equipment/automated-guided-vehicles/agv>

Ilustración 83. Ejemplo de AGVs en zona transferencia de contenedores en patio de almacenamiento



Fuente: <https://www.konecranes.com/equipment/container-handling-equipment/automated-guided-vehicles>

b. C-AGV (cassettes)

La siguiente evolución de los AGV son los **C-AGV o cassettes**. El sistema de propulsión de estos vehículos, va soterrado en el pavimento de la terminal que, a través de unos condensadores, realiza la carga del vehículo de forma inalámbrica. Son capaces de transportar dos TEU o dos FEUs de hasta 60 toneladas apilados, pero no pueden izarlos. Su utilización incrementa la versatilidad y flexibilidad de la terminal ya que pueden transportarse transversalmente.

Ilustración 84. C-AGV de TTS Port and Logistics



Fuente: <https://www.yumpu.com/en/document/read/10678638/cassettesystems-for-containerterminalspdf-tts-group-asa>

c. *Automated Lift Vehicles (ALV) o Automated-Shuttle Carrier (A-ShC)*

Estos vehículos se mueven por la terminal de forma totalmente automatizada, como los AGVs. Como ventaja respecto al anterior es que, además, pueden recoger el contenedor desde el suelo. Por tanto, son capaces de cargar, transportar y descargar los contenedores hasta las dos alturas. Con los ALV o A-ShC se consigue un aumento de productividad y de flexibilidad en las operaciones.

Ilustración 85. AutoShuttle de Kalmar



Fuente: <https://www.kalmar.es/equipment-and-services/shuttle-carrier/autosshuttle/>

d. *Automatic Straddle Carrier (A-Strad) y A-Sprinter*

Las características de esta maquinaria se desarrollaron en el apartado 5.3.3 Automatización en el subsistema de almacenamiento en el patio, ya que se utiliza para ambos subsistemas.

Una opción similar a A-Strad es el A-Sprinter, pero únicamente está diseñado para la realizar la interconexión entre subsistemas ya que su capacidad de apilado es de 1+1.

La función de los equipos de interconexión es fundamental para conseguir que el flujo de tráfico siga su curso de forma continua. Una buena elección del equipo de interconexión es clave para mantener la productividad tanto de las grúas de muelle como del patio de almacenamiento. Cada vez más, se busca el desacoplamiento (*decoupling*) entre estos dos subsistemas, como se ha comentado anteriormente. Con el objeto de no parar la producción, tanto para las grúas de muelle como para las grúas de patio, resulta más productivo dejar el contenedor en el suelo o en una plataforma sin depender de la llegada del medio de interconexión.

Por otro lado, la infraestructura de navegación es muy importante en este subsistema ya que requiere realizar recorridos mayores, con cambios de dirección y circular entre otros vehículos. Normalmente, se suele resolver con una red de imanes embebidos en el pavimento o con radiobalizas. La primera opción se lleva a cabo gracias a los sensores que la maquinaria posee bajo la estructura y que va detectando los imanes situados bajo el pavimento. Esta opción requiere de una gran inversión para la instalación de los imanes, aunque si el pavimento se mantiene en buen estado, la vida útil de los imanes puede llegar a ser muy alta.



En cuanto a la navegación por radar consiste en la instalación de una red de radiobalizas por la terminal. El radar situado en el vehículo manda y recibe información continuamente a las radiobalizas situadas en la terminal, las cuales pueden ser instaladas en las torres de alumbrado. La navegación necesita un campo de visión de como mínimo 3 radiobalizas y la cantidad a instalar dependerá del recorrido a realizar por la maquinaria, pero en las terminales de contenedores suelen estar entorno a los 100-200 postes. Las ventajas de este sistema frente al de imanes es que se necesita una menor inversión en infraestructura, el reemplazo de cualquier pieza es más fácil y ya que se localizan en puntos altos, este sistema está más protegido del desgaste y de los daños.

En general, el subsistema de interconexión con vehículos automatizados necesita de un mayor espacio y número de viales para realizar las operaciones con seguridad, como se verá más adelante. Sin embargo, el recorrido a realizar por los camiones externos para la carga y descarga será menor al disponerse las zonas buffer de intercambio en el lado tierra, consiguiéndose menor tráfico por la terminal y un aumento de la seguridad. Por lo tanto, es muy importante elegir la configuración del muelle de modo que el espacio sea optimizado lo máximo posible y el nivel de seguridad sea el adecuado.

5.3.5. Automatización en el subsistema de recepción/entrega

Un problema de este subsistema es la cantidad de información a procesar de los distintos vehículos que atraviesan las puertas de entrada a la terminal. En ocasiones, la demora durante este proceso, provoca colas en las vías de entrada, colapsando la terminal y, en definitiva, retrasando la cadena de producción interna en los distintos subsistemas. Además, la variabilidad del orden de llegadas de los camiones, dificulta la planificación. Por ello, la automatización parcial o total de este subsistema puede aportar grandes beneficios tanto a las empresas de transporte externo como a la propia terminal.

Para la explicación de los diferentes mecanismos de automatización existentes en este subsistema, se va a diferenciar según la posición en la que se encuentre el camión durante su trayectoria desde su propia base hacia el patio de almacenamiento de la terminal: previo a la entrada a la terminal, en las puertas de acceso a la terminal o en la zona buffer para la transferencia de mercancía.

En primer lugar, **previa a la entrada de los camiones a la terminal**, las terminales portuarias están incorporando cada vez más, nuevos sistemas que permitan una mejor planificación de las entradas. Dos de los sistemas más utilizados son los siguientes:

- Sistema de cita previa

El TTT (*Truck Turnaround Time* o media de tiempo en servir a un camión) es uno de los indicadores más importantes por las navieras para evaluar el rendimiento del puerto en el que van a hacer escala, por lo que es importante intentar reducirlo al máximo. Este indicador marca la media de tiempo que un camión externo tarda en ser servido en la terminal, desde que accede a las instalaciones hasta que sale por la puerta, sin incluir el tiempo de espera fuera de la terminal. Dado que existen ciertas franjas horarias en las que la afluencia de camiones es muy elevada, normalmente entre las 05:00 y 09:00 de la mañana y entre las 15:00 y 19:00 horas de la tarde, es normal que se formen largas colas para acceder a las instalaciones (Rodrigo de Larrucea, 2018). Por esta razón, son más las terminales que optan por un sistema de reservas de turnos (*VBS-Vehicle Booking System*), donde para cada hora de puerta, hay asignado un número máximo de turnos. Cada empresa transportista que quiera acceder a la terminal, deberá previamente haberse registrado en el sistema para poder reservar su turno.

Las terminales portuarias que incorporan este sistema para la planificación de las entradas y salidas de los camiones externos a la terminal, tienen un mayor control sobre las operaciones de entrega y recepción, permitiendo programar de forma optimizada las operaciones del resto de los subsistemas.

¿Cómo funcionan las terminales portuarias con sistemas de cita previa? En la plataforma habilitada por la propia terminal, ya sea en su propia web o no, los transportistas o agentes implicados observan una sección con las ventanas horarias de la terminal, en las que se indica la duración y capacidad de admisión en cada ventana. En ellas se informa a partir de qué momento es factible realizar las solicitudes de admisión. Tras la solicitud por parte de la empresa transportista, la terminal confirmará o no la reserva, según si la ventana se encuentra completa o no.

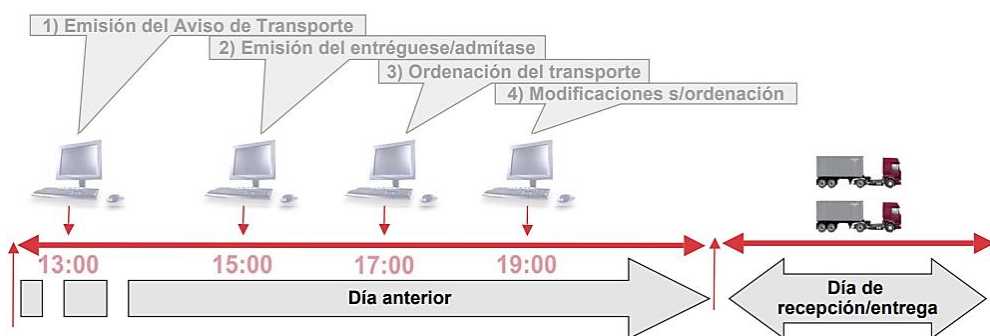
- *Closing time*

El sistema consiste en el compromiso de los agentes a ordenar el transporte terrestre el día anterior a la retirada o entrega de contenedores, con indicación del horario previsto, lo que significa una mayor organización y planificación del transporte terrestre con una antelación

razonable, la laminación de las llegadas a la puerta (reduciendo las colas), la simplificación de la operación de puertas de las terminales, la planificación del patio de las terminales, la disminución del tiempo de estancia del camión en la terminal, el aumento de la productividad, la optimización de recursos y la mejora de la información (ValenciaPort, s.f.).

En el caso del Puerto de Valencia, la hora límite para la emisión del Aviso de Transporte que realiza el operador logístico es hasta las 13:00 horas del día anterior. Este mensaje le llegará al Transportista Terrestre y al Agente Marítimo para el caso de transportes cedidos o sólo al Agente Marítimo para transportes no cedidos. La emisión del entréguese/admítase se puede realizar hasta las 15:00 horas del día anterior al día de la orden por el Agente Marítimo. Para la Ordenación/Asignación del Transporte, la hora límite es hasta las 17:00 horas y este mensaje lo envía el Transportista Terrestre a valenciaportpcs.net, indicando, para cada orden de transporte, la hora prevista de llegada a la Terminal y la matrícula del vehículo que realizará el transporte. Este mensaje le llega al Agente Marítimo, al emisor de la Orden de Transporte y a la Terminal Marítima. Por último, existe una última franja horaria en la que se pueden realizar modificaciones a la orden emitida con anterioridad, es decir, modificar la matrícula del vehículo que realiza el transporte y la hora prevista de llegada a la terminal (ValenciaPort, s.f.).

Ilustración 86. El procedimiento del "Closing Time" del Puerto de Valencia



Fuente: https://www.valenciaportpcs.net/boletin/ctweb_jl06.pdf

En segundo lugar, respecto a las **puertas de acceso a la terminal**, existe una tendencia a la automatización total, de tal forma que la intervención manual se elimine salvo para solucionar problemas concretos. Para lograr la automatización se instala un *hardware* de captura de datos mediante la instalación de sensores del tipo OCRs, RFIDs, láseres, cámaras, etc., además de un *software* de control que se encarga de procesar la información captada por los sensores y que está conectado con el TOS propio de la terminal, de forma que, elabora y transmite automáticamente, las instrucciones para la recepción y entrega a los vehículos externos.

Previamente a la llegada a las casetas de entradas, se escanea el contenedor mediante rayos-X o mediante radiación, para detectar cualquier anomalía en su estado y en el interior del mismo.

Una vez que el sistema autoriza la entrada, se le entregará un ticket, el cual contiene información detallada sobre la operación realizada por el vehículo o contenedor, especifica la zona a la que debe dirigirse y abre la barrera de seguridad. Actualmente, y si el transportista no conoce la terminal, también existen arcos con paneles para indicar la ruta de conducción del camión, lo que ayuda al normal funcionamiento de la operación y minimiza los accidentes. En la terminal automática, se le asigna el número de búfer al cual debe dirigirse.



- Sistema OCR (*Optical Character Recognition*)

Este software de reconocimiento óptico de caracteres, digitaliza textos identificados a partir de una imagen, mediante símbolos o caracteres que pertenecen a un determinado alfabeto, de forma que estos se vuelven comprensibles o reconocibles para un ordenador, obteniendo como resultado final un archivo en un formato de texto editable. Dotar a la puerta de este sistema permite la identificación de las matrículas de los vehículos (LPR, *License Plate Recognition*), la identificación del número de los contenedores (ACCR, *Automatic Container Code Recognition*) y el reconocimiento de etiquetas IMO (*International Maritime Organization*).

La implantación de estos sistema se suele disponer en los pórticos situados en los carriles de acceso a la terminal. Los elementos a instalar son los siguientes:

- Sensores láser y magnéticos para la detección del vehículo para la identificación de la matrícula gracias a la captura de imagen.
- Cámaras CCTV (Cámaras de Circuito Cerrado por Televisión) con sensores CCD (*Charge Couple Device*) para captar imágenes diurnas y nocturnas. Además, evitan que el efecto reflectante propios de las matrículas impidan la lectura correcta.
- Iluminadores tipo LEDs, que permiten que la captura de datos se realice bajo unas condiciones lumínicas óptimas para la toma de imágenes.

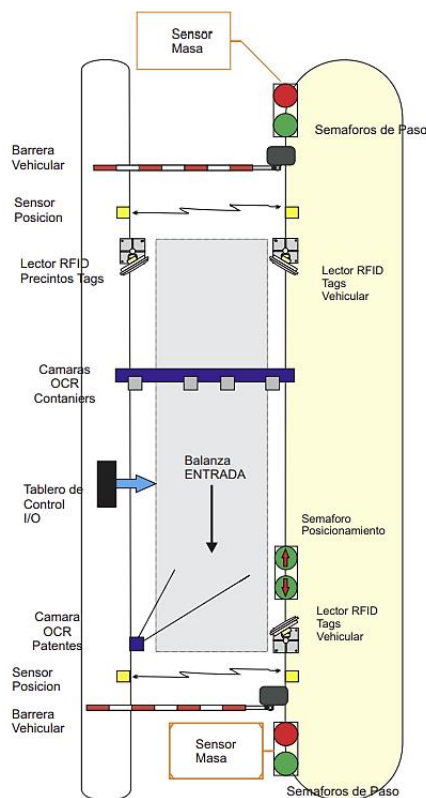
- Sistema RFID (*Radio Frequency Identification*)

La identificación por radiofrecuencia es una tecnología mediante la cual los datos digitales que están codificados en etiquetas RFID o etiquetas inteligentes son capturados por un lector RFID a través de ondas de radio.

Un sistema RFID pertenece a un grupo de tecnologías denominada Identificación Automática y Captura de Datos (AIDC). Los métodos AIDC identifican de forma automática los objetos, recopilar la información sobre ellos y posteriormente la introducen en los sistemas informáticos sin necesidad de intervención de los trabajadores.

Estos sistemas constan de 3 elementos: una etiqueta RFID o etiqueta inteligente, una antena RFID y un lector RFID. Las etiquetas inteligentes contienen un circuito integrado y una antena, de modo que se transmitan los datos al lector RFID. El lector transforma las ondas de radio en una forma de datos más utilizable y la envía al ordenador, el cual almacena la información que contiene las etiquetas en una base de datos.

Ilustración 87. Vista superior validación puerta de entrada



Fuente: <http://sictranscore.com/wp-content/uploads/2018/09/Diagrama-Porticos.pdf>

- Sistema de tarjetas inteligentes

La introducción de este sistema de acceso a la terminal, permite controlar la entrada o salida del propio personal de la terminal o también de los transportistas que accedan a ella.

Entre las funciones que incorporan este tipo de sistema, permiten almacenar la información de entrada a la terminal (nombre del trabajador, matrícula, turno, huella...), asociar un equipamiento determinado a un empleado para evitar el acceso a otras áreas de acceso restringido, etc. Además, puede permitir el pago de ciertos servicios propios de la terminal.

Por último, **en la zona buffer para la transferencia de la mercancía**, las operaciones de recepción y entrega de camiones terrestres se hacen de modo semiautomático y fuera del patio: el camión se coloca en la cabecera de la pila, en una zona separada de la ASC por una valla. Una vez allí, el conductor por seguridad, baja del camión y se dirige al poste informático situado en cada carril de transferencia e introducirá la información solicitada. La ASC realiza la operación de modo automático excepto los últimos metros, porque por seguridad, son supervisados por un operador mediante control remoto desde una torre utilizando las cámaras colocadas para este propósito, tal y como se muestra en Ilustración 74.

Las ventajas que proporciona la automatización de las puertas de entrada a la terminal son numerosas. En primer lugar, se consigue reducir los tiempos de espera de entrada a la terminal, evitando las colas y disminuyendo las posibilidades de convertir a este subsistema en un cuello de botella. En segundo lugar, se aumenta el nivel de seguridad tanto de la terminal como la de los propios trabajadores, ya que se traslada sus puestos de trabajo fuera de la puerta de entrada, reduciendo los riesgos de accidentes. Además, permite conocer la distribución de tráficos a la



Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



terminal de forma que, se optimicen las operaciones portuarias. Por último, la productividad se ve mejorada, la probabilidad de errores humanos disminuye y se reducen los costes de personal. En cambio, la introducción de todas estas ventajas a la terminal conlleva un relevante aumento de la inversión inicial con el objeto de dotar a la terminal de los equipamientos tecnológicos necesarios.

5.4 Metodología de automatización de TPCs

Con el objeto de diseñar un plan de implementación adecuado a las necesidades operativas de la terminal, se recomienda abordar el proceso de forma metodológica y sistemática. La metodología explicada a continuación, se ha basado en la ponencia “Automatización en terminales portuarias de contenedores” de (Martín-Soberón, Monfort, Sapiña, & Calduch, 2014).

Convencionalmente, estas soluciones de automatización y otros tipos de soluciones técnicas diseñadas para TPC se basan en la perspectiva del sistema, esto es, se describen los elementos prácticos del sistema y las responsabilidades esenciales, interfaces e interacciones. Esta perspectiva ha suscitado discusiones sobre la automatización de muelles, patios y puertas terrestres y, por lo tanto, ha dado lugar a discusiones sobre terminales automatizadas y semiautomatizadas. Para evitar esta problemática se propone una metodología que aborde simultáneamente tanto el enfoque funcional de la automatización como la reingeniería de procesos como disciplina de trabajo, para obtener una visión integral e integrada de los problemas en la operativa.

La **perspectiva funcional** de la automatización de las terminales portuarias aborda la automatización desde el punto de vista del cometido que cumplen las tecnologías de automatización en el desarrollo de las operaciones de la terminal. Sus objetivos son los de reducir la intervención de los recursos humanos en la actividad y los recursos humanos que intervienen en las operaciones en el ámbito del flujo físico del contenedor a través de la instalación, el flujo documental asociado y la planificación y gestión de las operaciones. Dependiendo de la función que suplen, las tecnologías pueden contribuir a la automatización de la ejecución de los trabajos, de los flujos de información, o la automatización de la toma de decisiones.

La **automatización del trabajo** se basa en reducir la intervención del personal operador de los equipos, permitiendo así una mayor autonomía de infraestructura y equipos. Incluso si el personal no se redujera completamente, la automatización del equipo introducirá sistemas operativos auxiliares para mejorar la productividad y la seguridad operativa, lo que se denomina automatizaciones menores.

En cuanto al **flujo de información**, su automatización permite reducir la intervención del personal en el proceso de adquisición, transmisión y gestión de información para lograr el desarrollo empresarial, y configurar interfaces de valor, software de comunicación y gestión de la información respectivamente. Hoy en día, casi todas las terminales de contenedores poseen tecnologías y herramientas para automatizar en cierta medida el proceso de gestión de la información, ya que el procesamiento manual al nivel del tráfico actual no es factible. Un nuevo método de gestión de terminales en tiempo real basado en información fiable, que elimina la incertidumbre del tiempo de respuesta y toma decisiones siempre sincronizadas con las operaciones que se realizan.

Finalmente, la **automatización de la toma de decisiones** incluye la eliminación de la intervención y los factores humanos en el proceso de diseño operativo a nivel estratégico, táctico y operativo. Para esto, es esencial poner en marcha herramientas de software integradas con el TOS, e introducir estándares de toma de decisiones en los niveles de planificación y gestión de operaciones y procesos de gestión de excepciones. Estos estándares se pueden definir mediante algoritmos matemáticos o modelos de simulación.



La **reingeniería de procesos** es una tecnología surgida en 1990 (Hammer y Champy, 1993), que incluye un rediseño completo de los procesos de negocio y tiene como objetivo utilizar las innovaciones tecnológicas y de gestión disponibles en el mercado para transformarlo y adaptarlo al entorno y las necesidades actuales. Para ello, se basa en la comprensión del funcionamiento de las empresas productivas o de servicios, es decir, en el estudio de sus recursos (objetos) y las relaciones entre ellos (procesos).

Los procesos se pueden modelar mediante diagramas de flujo, que representa la interacción entre los objetos que intervienen desempeñando subprocesos o actividades. Una forma estándar y gráfica de modelar procesos de negocios es mediante la nomenclatura BPMN (*Business Process Model and Notation*; OMG, 2011).

La terminal portuaria de contenedores puede entenderse como una especie de industria productiva, donde el producto o concepto facturable es el del contenedor, y su fin último es realizar un intercambio modal o transporte marítimo o terrestre. Desde el enfoque funcional de la automatización y utilizando la reingeniería de procesos, la automatización incluye la introducción de soluciones automatizadas (entendidas como nuevos objetos potenciales), reemplazando o complementando los objetos actuales, con la finalidad de modificar la ejecución del trabajo, el flujo de información o la toma de decisiones, reduciendo la intervención humana.

Se presenta una metodología basada en Cuatrecasas (1999), que sistematiza esta filosofía de automatización de terminales portuarias de contenedores y está compuesta por cinco etapas:

1. Diagnóstico
2. Estudio de las tecnologías disponibles en el mercado
3. Diseño de soluciones viables
4. Elección de la solución más prometedora
5. Definición del proyecto de implementación de la solución más prometedora

La primera etapa significa conocimiento y comprensión de los recursos y operaciones de la terminal. El punto de partida es el diagnóstico previo para saber qué se puede hacer de forma automática y por tanto decidir cómo proceder. Permite determinar el espacio de diseño para las soluciones viables, y las soluciones generales disponibles en el mercado deben adaptarse a estas soluciones.

La segunda fase requiere investigar las tecnologías disponibles en el mercado para conocer los últimos avances disponibles, comprender cómo funciona y cómo adaptarlo al espacio de diseño de la solución definida en el diagnóstico inicial. Estos deben ser entendidos y estudiados desde el enfoque funcional, como nuevos objetos potenciales a ser introducidos en el proceso de automatización de la operación de la terminal.

El nivel de detalle en la descripción de los objetos y procesos debe ser el correcto para el grado de automatización a alcanzar.

Tras las dos primeras fases, es necesario diseñar soluciones viables (reingeniería de procesos). La tercera fase incluye la introducción de nuevos objetos correspondientes a la solución de automatización en el proceso actual como complemento o reemplazo de los objetos existentes para obtener un proceso automatizado a la hora de realizar trabajos, flujos de información o toma de decisiones según necesidades operativas. Resulta imprescindible considerar las diferentes alternativas viables para que de entre todas ellas y gracias al análisis multicriterio



Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



elegir la solución de automatización más prometedora u óptima de acuerdo con las necesidades técnicas y económicas de la terminal.

Por último, es importante definir el proyecto de implementación de la solución elegida como la más prometedora. Es necesario considerar las limitaciones ocasionadas por la compatibilidad temporal de la instalación tecnológica, el desarrollo de actividades y la resistencia a los cambios.



5.5 Contribución a la sostenibilidad ambiental

Los puertos constituyen un punto estratégico importante para la realización del transporte logístico tanto terrestre como marítimo. En concreto, el tráfico de contenedores representa el 17,1% del comercio marítimo total. La tendencia a la automatización de las terminales de contenedores sigue al alza, desde que, en 1993, la terminal ECT del puerto de Rotterdam abriera el camino a la búsqueda de puertos más sostenibles y más eficientes, mejorando la capacidad de la terminal, disminuyendo el consumo de energía de los equipos y aumentando la seguridad. Tras 27 años, el desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica junto con la demanda del desarrollo del mercado marítimo, ha conseguido que 50 terminales de contenedores del mundo ya hayan automatizado gran parte de los subsistemas. Por otro lado, el cambio climático y el calentamiento global es una realidad. La preocupación por los rápidos efectos que se observan mundialmente, ha instado a las instituciones a promover el adecuado uso de los combustibles para reducir la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera. A partir de la década de los 80 y principios de este siglo, la preocupación internacional por el medio ambiente ha estado muy condicionada por la evidencia científica que demuestra el impacto de las actividades humanas en el cambio climático de la Tierra. En el año 1987, mediante el concepto de Desarrollo Sostenible, la ONU reconoció formalmente el compromiso internacional de los países de incorporar las cuestiones ambientales en los modelos de desarrollo socio-económico, entendido como un desarrollo capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las de las generaciones futuras (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011).

La Unión Europea publicó en 2011 El Libro Blanco del Transporte con el objeto de conseguir una meta muy importante: reducir para el año 2050 las emisiones de los gases de efecto invernadero relacionados con el transporte en al menos un 60% con respecto a los niveles de 1990. Otras áreas del mundo desarrollado, como América del Norte, Japón o Australia han propuesto objetivos muy parecidos para la mejorar ambiental. Dado que los puertos marítimos son centros importantes y constituyen una fuente importante de emisiones de CO₂ a la atmósfera, reducir las emisiones y el consumo de energía es crucial para lograr el objetivo climático.

Las políticas de desarrollo sostenible incumben a tres áreas de la actividad humana: económica, ambiental y social. A día de hoy, la iniciativa más destacada a nivel internacional en relación con la “sostenibilidad ambiental” es el denominado Protocolo de Kioto, cuyo objetivo es la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. De entre los aspectos más importantes que este desarrollo tiene en consideración, se encuentra el aprovechamiento de fuentes primarias renovables y la obtención de una elevada eficiencia energética en los procesos de aprovechamiento de las energías finales en los hogares, la industria y el transporte (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011). Por otro lado, el aumento en el tamaño de los buques, combinado con múltiples ganancias de eficiencia y el reciclaje de buques menos eficientes, ha limitado el crecimiento de las emisiones de dióxido de carbono, a pesar del aumento del tonelaje total de la flota. Se pueden esperar mejoras adicionales durante la próxima década, ya que los diseños ecológicos modernos continúan reemplazando a los barcos más antiguos y menos eficientes. Sin embargo, estas mejoras marginales no serán suficientes para reducir significativamente las emisiones totales de dióxido de carbono como se especifica en el objetivo de la OMI de reducir las emisiones anuales totales de gases de efecto invernadero en al menos un 50% para 2050 en comparación con los niveles de 2008. Para lograr estos objetivos será necesario cambios en la tecnología del motor y el combustible (UNCTAD, 2020).

Con respecto a la protección del medio marino y la conservación y uso sostenible de la biodiversidad marina, hay varias áreas en las que se han tomado o están en curso acciones



regulatorias como la implementación del límite de azufre de la OMI 2020, la gestión del agua de lastre, las medidas para abordar la contaminación biológica, la reducción de la contaminación por plásticos y microplásticos, las consideraciones de seguridad de las nuevas mezclas de combustibles y los combustibles marinos alternativos, y la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad marina de áreas fuera de la jurisdicción nacional (UNCTAD, 2020).

La implementación de la regulación del límite de azufre de la OMI a partir del 1 de enero de 2020 se consideró relativamente fluida desde el principio. Sin embargo, surgieron dificultades en relación debido a la pandemia COVID-19. En marzo de 2020, entró en vigor la prohibición del transporte de fueloil no conforme para apoyar la implementación del límite de azufre (UNCTAD, 2020).

Con el objeto de dar respuesta a esta demanda mundial, los operadores de terminales y las compañías navieras están tomando distintas medidas que se pueden clasificar en tres niveles:

- A nivel técnico, el uso de combustibles limpios, la mejora de los motores y la búsqueda de energías alternativas, así como el uso de amarres automáticos, como el *MoorMaster System* analizado en apartados anteriores.
- A nivel operacional, la coordinación del mecanismo operativo de los barcos y los camiones como, por ejemplo, el sistema de citas en la terminal, establecer franjas horarias de entrada limitadas, etc.
- A nivel económico, el cambio de políticas de precios para tarifas y cargos.

5.5.1. Sistema de indicadores de eficiencia energética

En primer lugar, es necesario integrar el objetivo estratégico de “Mejorar la Eficiencia Energética” dentro de la terminal como parte de las metas estratégicas de la terminal portuaria dentro de su Cuadro de Mando Integral. Generalmente se integran cuatro perspectivas dentro del CMI como son: la perspectiva financiera, del cliente, interna y de aprendizaje y desarrollo. A continuación, con el objeto de mejorar y controlar la consecución de dicho objetivo, es necesario definir indicadores estratégicos para reflejar de manera más efectiva los logros y utilizarlos como herramientas de control para la toma de decisiones.

Representar el grado de consecución de un objetivo a través de un solo indicador podría no proporcionar la información necesaria, lo que puede llevar a una interpretación incorrecta ya que, lograr metas específicas relacionadas con la mejora de la eficiencia energética no garantiza que todos los procesos y equipos en la terminal sean más eficientes. Así pues, se necesitan una serie de indicadores auxiliares para sustentar e interpretar los resultados obtenidos utilizando los principales indicadores según corresponda. Los indicadores auxiliares permiten medir las variables importantes del modelo operativo de TPC y determinar su prioridad según las dimensiones de eficiencia operativa y energética.

El indicador clave más apropiado asociado a la mejora de la eficiencia energética es el consumo energético total (medido en toneladas equivalentes de petróleo) dividido por el número de contenedores manipulados por la terminal (tráfico total) en un periodo de tiempo determinado.

En la ilustración siguiente se muestra el sistema de indicadores propuesto por Eficont en base a las características de las terminales de contenedores que participaron en su proyecto, en la que se incluye el Puerto de Alicante.

Tabla 11. Sistema de indicadores para la consecución del objetivo de "Mejora de la Eficiencia Energética"



Fuente: (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011).

5.5.2. La eficiencia energética en la gestión y operativa

La eficiencia energética no solo está ligada a la adquisición de maquinaria o tecnologías que mejoren el rendimiento energético, sino también a la organización y la optimización de los procesos. Por lo tanto, el objetivo de los operadores de las terminales debe ser el de maximizar la eficiencia para reducir costes y emisiones, eliminando las posibles ineficiencias existentes en la gestión de la operativa. Estas ineficiencias energéticas en terminales suelen estar relacionadas a errores en la planificación, en las políticas de gestión de la terminal, configuración física, los equipos elegidos, los sistemas de suministro de energía, etc. La combinación de varias medidas puede ayudar a alcanzar el objetivo energético.

Desde que España ratificó el "Protocolo de Kioto" en 2002, la eficiencia energética se ha convertido en el núcleo de muchos desarrollos de política ambiental. Para dar respuesta a estos nuevos requisitos, las empresas deben realizar grandes esfuerzos para mejorar su proceso productivo con el fin de alcanzar dos objetivos básicos: reducir la dependencia energética exterior y reducir el consumo de combustibles fósiles para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Para alcanzar estos objetivos existen herramientas para ayudar a las empresas a incluir la eficiencia energética dentro del sistema de gestión de la misma, mediante el ciclo PHVA de continua mejora (Planear-Hacer-Verificar-Actuar). Gracias a la implantación y la certificación de un Sistema de Gestión Energética (SGE) en la empresa, se formaliza la política energética y los objetivos como un elemento clave en la empresa, se impulsa la innovación y se mejora la reputación de la empresa, se evalúa y prioriza la aplicación de nuevas tecnologías de eficiencia energética, se da cumplimiento a la normativa ambiental, etc. En España la normativa vigente es la UNE-EN ISO 50001:2018 "Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso".

a) Herramientas informáticas de gestión

Una vez se establece en la empresa la política energética hay que verificar que cumple con los objetivos mediante el seguimiento y control del consumo energético en todas las actividades y operativas de las terminales portuarias. Para llevar a cabo este control existen varias herramientas informáticas de gestión de instalaciones como el **Sistema SCADA**. La aplicación informática SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) permite llevar a cabo ese seguimiento y control de las instalaciones y de los procesos a distancia. El sistema SCADA propuesto es un sistema de adquisición, almacenamiento y procesamiento de datos e información relacionada con variables que afectan el proceso productivo relacionado con la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. La programación del sistema debe realizarse con el objetivo de obtener la mayor cantidad de información posible acerca del consumo de energía, los valores punta y valle, sobrecarga, armónicos, energía reactiva y otros parámetros eléctricos, con el fin de monitorear mejor el consumo de energía del puerto. Este sistema es de operación remota de la red, por lo que un solo operario puede controlar toda la red y tomar las decisiones oportunas. Además, los registros informáticos permiten la detección de eslabones débiles en la red con el fin de tomar medidas preventivas y programar operaciones de mantenimiento, que pasarán de la intervención correctiva a las medidas predictivas y preventivas.

Sin embargo, dado que la implantación de este sistema es compleja y necesita de una elevada inversión, existen otras alternativas como la instalación de analizadores de redes, de contadores electrónicos de alta precisión, etc.



Las terminales portuarias de contenedores necesitan de un suministro de energía eléctrica de calidad de forma que se conozca la energía que se demanda a cada momento a través de los puntos de consumo de la red. Determinar los parámetros básicos de la red en la terminal portuaria es muy útil para programar operaciones, determinar y optimizar la protección eléctrica, reducir las pérdidas de la red y mejorar la fiabilidad de la red. Por este motivo, se recomienda instalar un **analizador de redes** en instalaciones que utilicen media y baja tensión (como terminales portuarias de contenedores). Son dispositivos de monitoreo que pueden comunicar de inmediato todos los parámetros medidos (tensión, corriente, factor de potencia, frecuencia, etc.) en el punto de la red donde están instalados, proporcionando así imágenes en tiempo real del consumo de energía instalada.

También se recomienda la **instalación de contadores electrónicos de alta precisión** en las líneas de entrada a los centros de las terminales, de modo que se pueda comprobar la energía que realmente se ha consumido en las instalaciones y la utilización de **equipos diseñados para neutralizar la energía reactiva**, ya que su compensación permite aumentar la capacidad de las líneas y transformadores instalados, mejorando la tensión de la red y disminuyendo las pérdidas de energía.

b) Sistemas de repostaje inteligente

Por otro lado, la mayor parte de la maquinaria presente en las terminales convencionales consumen combustibles fósiles por lo que, se recomienda instalar **sistemas de repostaje inteligente**. Consiste en la instalación de microchips en los vehículos que se conectan a una bobina emisora localizada en la boca del depósito de carburante, de forma que, durante el repostaje, se produce un intercambio de datos del vehículo al surtidos como identificación del vehículo, fecha y hora de repostaje, la cantidad y el tipo de carburante utilizado así como el número de kilómetros entre repostajes.

c) Elección y asignación de equipos

Las terminales portuarias de contenedores se caracterizan principalmente por el equipo de patio empleado ya que éste define la configuración general de la terminal y el equipamiento para el transporte horizontal. Los criterios básicos para la elección de la maquinaria dependen de la tipología de la terminal, la previsión de tráfico, la inversión inicial, etc., y de la eficiencia energética.

Por otro lado, también es muy importante tener en cuenta la asignación óptima de los recursos disponibles para las operativas. Un exceso de maquinaria puede incrementar los consumos pero no necesariamente la productividad de la terminal. Del mismo modo ocurre con un déficit en los equipos disponibles, ya que provoca la sobreutilización de la maquinaria, lo que aumenta los costes en mantenimiento y reparaciones.

Existen medidas complementarias que ayudan a la asignación óptima de los equipos como son la implementación en la terminal del **Closing Time** y la **Cita Previa**. El primer sistema consiste en fijar una hora límite, previa al inicio de las operaciones, para que el cliente presente toda la documentación que requiere la terminal para la llegada del contenedor. El segundo sistema permite laminar el flujo terrestre a su entrada a la terminal, ya que previamente el cliente ha indicado la hora a la que el camión va a acudir a la terminal. De este modo, la terminal conoce previamente la información de los contenedores que van a ser recibidos, puede organizarse mejor y organizar el patio de acuerdo a las entregas o recogidas y agilizar la ejecución y eficacia.

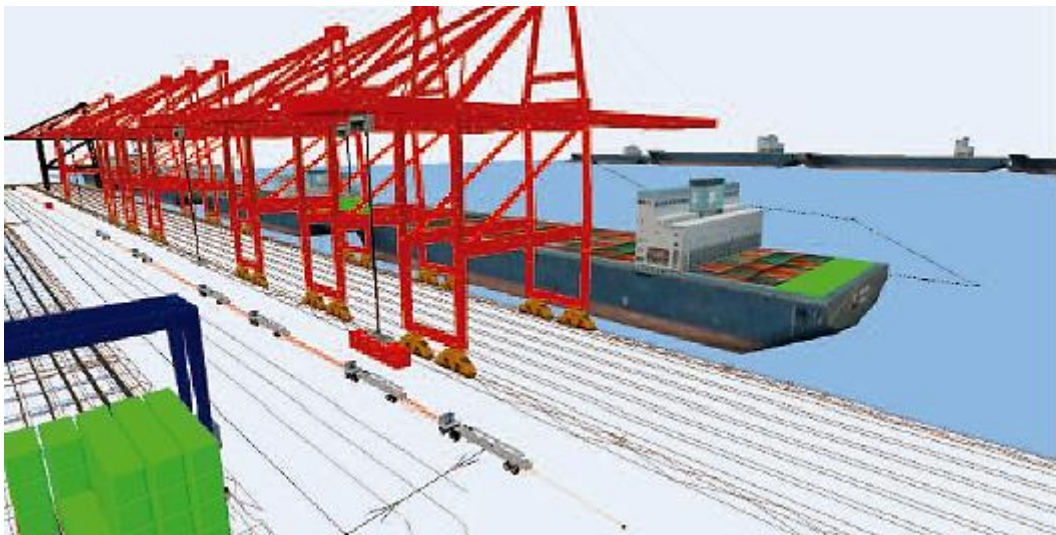
Además, reducir la probabilidad de que se formen colas en la entrada de la terminal, aunque no repercute en sí a la propia terminal, sí que ayuda a reducir la huella de carbono emitida por el entorno portuario.

d) Simulación

A través de la simulación, se pueden evaluar diferentes escenarios simultáneamente (estáticos o dinámicos en el tiempo) y se puede estudiar el impacto de los cambios. Para aplicarla, es necesario modelizar el sistema. Un modelo se define como una abstracción del sistema, con la finalidad de reproducir su comportamiento en condiciones normales y ante cualquier modificación de los parámetros que componen el sistema.

La simulación puede resolver diferentes situaciones o escenarios de carácter estratégico, táctico y operativo. Tras establecer el escenario, el núcleo del simulador extraerá los resultados de la estimación de las mejores condiciones de operación a través de una herramienta de optimización que evalúa el comportamiento de los indicadores en el modelo cuando ciertos parámetros cambian. Por lo tanto, permite testear las buenas prácticas evaluadas y obtener la información a su influencia en los consumos de energía, sistemas de ahorro de combustible, cómo respondería la terminal a la electrificación de equipos, etc.

Ilustración 88. Simulación de una terminal portuaria de contenedores.



Fuente: (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011)

e) Automatización

Desde una perspectiva de la eficiencia energética, la automatización de la terminal es una de las mejoras en gestión más significativas. La automatización es la aplicación de máquinas o automatismos para realizar un determinado proceso y se refiere tanto a procesos físicos (máquinas, engranajes, hidráulica, etc.), como a procesos lógicos (programas informáticos, que pueden incluir automatización pura, simuladores, emuladores, sensores, etc.). La automatización ayuda a optimizar las operaciones a nivel global y minimizar el funcionamiento de la máquina, las remociones, etc., lo que incide directamente en la reducción del consumo energético. También, en las terminales automatizadas, la mayoría de los equipos utilizan motores eléctricos, más eficientes energéticamente.

f) Sistemas de gestión de apilado

Los sistemas para el control y la gestión de las terminales contribuyen a agilizar la logística de las operaciones de las terminales ya que, planifican y controlan el movimiento de contenedores, mejoran la eficiencia del equipo del patio, maximizan el espacio de almacenamiento disponible, reducen los costos y mejoran la seguridad de la terminal.

Desde un punto de vista de la eficiencia energética, las razones más relevantes de la baja eficiencia de las operaciones de patio son: el elevado número de remociones que se efectúan, la descompensación de los pesos de los contenedores en el orden de su apilado y en la secuencia de la manipulación de los mismos.

Durante la estancia del contenedor en la terminal, este se manipula varias veces teniendo en cuenta su apilado, las remociones y la entrega final. La base de los *software* es calcular la probabilidad de remoción del contenedor según la posición que ocupa en la pila. Por lo tanto, el programa mediante un modelo analítico, selecciona la posición que puede ocupar el contenedor de forma que se reduzca el consumo medio por contenedor movido.

La implementación de este *software* para la gestión del apilado asociándola al TOS, podría reducir en un 20% el consumo de energía y un 9% en el número de remociones.

g) Configuración de la terminal

La configuración del patio de almacenamiento es uno de los elementos clave para planificar y gestionar una terminal portuaria de contenedores. Las terminales más compactas permiten reducir las distancias de recorrido y la necesidad lumínica pero aumenta la altura de apilado al reducirse el espacio disponible y con ello aumenta las remociones. La elección del equipamiento principal del patio condiciona la densidad de almacenamiento, siendo las RMG/ASC las maquinarias con las que más densidad se consigue.

Con el objeto de hacer frente a la alta incertidumbre involucrada en el sistema de las terminales, siempre se utiliza un modelo de simulación para resolver problemas de diseño del patio. Diversos autores han estudiado la influencia de la longitud de las pilas de los contenedores en la eficiencia de la operación de la terminal o cómo el ancho de los bloques afecta al rendimiento general a largo plazo de las terminales. Petering concluyó que la longitud de los bloques debería limitarse entre 56 y 72 TEU. En el patio de almacenamiento, al aumentar la longitud de los bloques, el número medio de manipulaciones disminuye, el recorrido medio del *trolley* se acorta y la distancia media de recorrido del pórtico se alarga. Sin embargo, se aprecia que el consumo de energía total y las emisiones de carbón totales muestra una tendencia a la baja (Nanxi, Daofang, Xiaowei, Jun, & Yinping, 2019).

La optimización del espacio a utilizar en la terminal está condicionada por la economía, producción (capacidad) y energía. En primer lugar, el coste del uso del suelo (tasa de ocupación) es directamente proporcional a la superficie terrestre. Además, es necesario encontrar la capacidad máxima del patio optimizando la altura de la pila (dependiendo del equipo y TOS utilizados) para minimizar la remoción.

Desde la perspectiva de la eficiencia energética, la reducción del área de almacenamiento de la terminal reducirá la ruta de los equipos de almacenamiento y la de los vehículos de transporte horizontal que conectan el patio y la terminal. Minimizar estas rutas significa reducir el tiempo del ciclo de carga / descarga y otras operaciones, aumentando así la eficiencia, ahorrando mucho combustible y reduciendo las emisiones de CO₂.

La **orientación de las pilas** está condicionada principalmente por la geometría de la terminal y el equipo de patio empleado. Según la elegida se pueden reducir las distancias recorridas por los equipos de interconexión, reducir el espacio necesario en la zona de muelle, etc. Por otro lado, la orientación condicionará la disposición de los viales y el posicionamiento de los equipos. Por ejemplo, para RTG, el carril de circulación podría disponerse entre cada pila o cada dos pilas optimizando más el espacio.

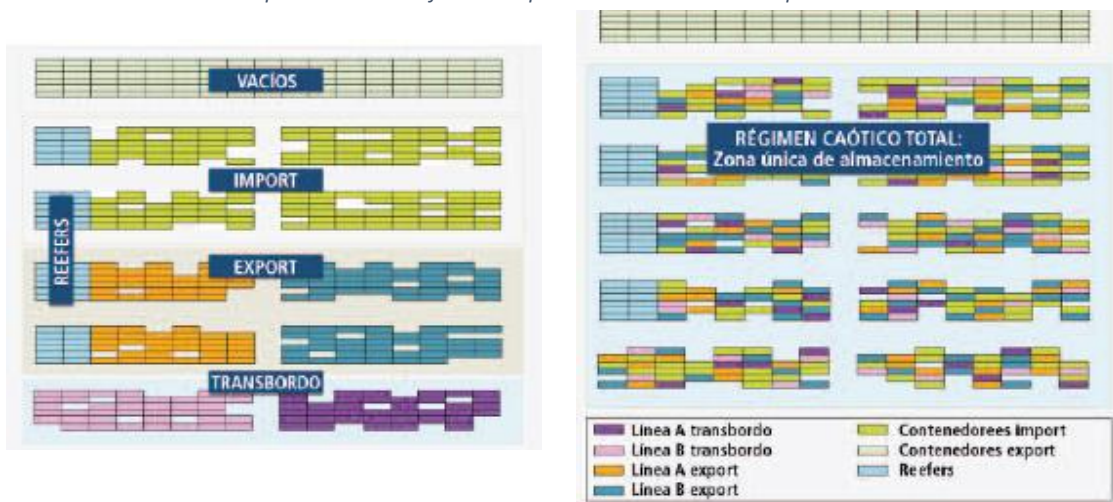
Ilustración 89. Disposición de las RTGs y de los viales de circulación.



Fuente: (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011)

Habitualmente, en la gestión del patio de almacenamiento se recurre a la agrupación de tráficos en zonas diferenciadas de la terminal, según *import/export*, transbordo, vacíos, contenedores de 20 o 40 pies, contenedores con mercancía peligrosa, especiales, para la carga o descarga del ferrocarril, sobredimensionados, etc. Como contrapartida, esta disposición no es óptima en cuanto al uso del patio ya que requiere del aumento de la superficie de almacenamiento y aumenta los recorridos a realizar. Por ello, se considera mejor opción un régimen caótico de almacenamiento, en el cual el TOS asigne cuál es la mejor posición de un contenedor determinado.

Ilustración 90. Disposición de los diferentes tipos de contenedores en el patio de almacenamiento.



Fuente: (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011)

Los estándares de optimización del espacio no siempre son compatibles con el aumento de la productividad del terminal. Por ejemplo, aumentar la altura de la pila permite un aumento significativo de la densidad de la pila y un mejor uso del espacio. Sin embargo, esta mayor

densidad provoca más remociones, lo que reduce la productividad en el patio y aumenta el consumo de energía.

Ilustración 91. Configuración del perfil de pilas RTG.



Fuente: (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011)

Con la configuración anterior se reduce la capacidad de almacenamiento y se disminuye la densidad de apilado al inutilizarse la última fila casi en su totalidad pero permite aumentar la productividad ya que la RTG no tendría que desplazarse a otra posición para colocar los 3 contenedores superiores.

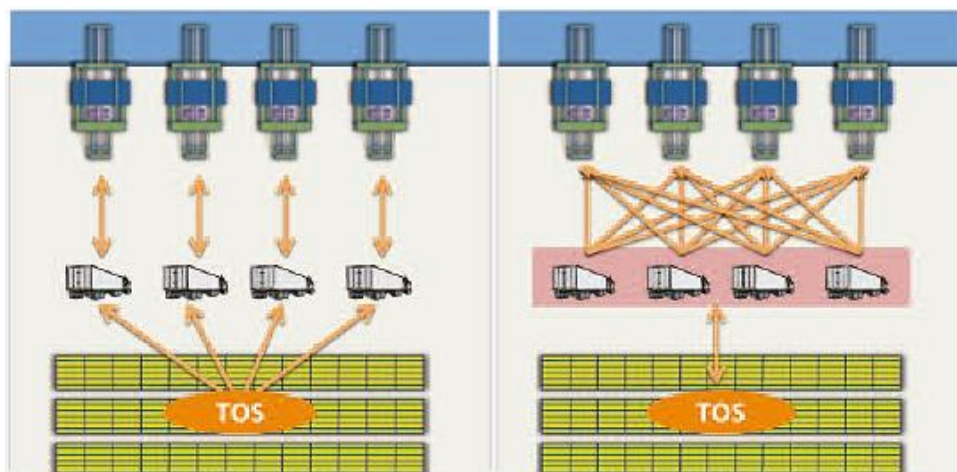
Por último, el sentido de circulación también juega un papel importante tanto en la eficiencia energética como en la seguridad en la terminal. Las terminales pueden optar por un recorrido de un único bucle cerrado unidireccional o un circuito abierto formado por varios carriles multidireccionales, que podría dar lugar a un incremento de las colisiones.

Para las terminales que utilizan RTG como patio de almacenamiento y que disponen las pilas paralelas al muelle, se recomienda un carril central longitudinal bidireccional que separe el área *import* del *export*. Además, los carriles perpendiculares al muelle también deben ser bidireccional. Gracias a esta solución, se disminuye la interferencia entre los tráficos de distintas operativas (marítima y terrestre) y se reducen los recorridos del equipamiento de interconexión, mejorando la eficiencia energética. Como contrapartida, la necesidad de superficie de almacenamiento aumenta.

h) *Pooling* de equipos

El *pooling* se refiere a la gestión de los recursos y consiste en la agrupación y combinación de toda la maquinaria que se dedica a una misma actividad con el objetivo de minimizar su número, maximizar la utilización de cada uno de ellos y reduciendo los costes de explotación. En las terminales portuarias de contenedores, el *pooling* se suele aplicar en los equipos de transporte horizontal y en los equipos de patio, aunque en el último es el más habitual y se aplica en prácticamente todas las grandes terminales. Existen dos niveles de *pooling* en equipos de transporte horizontal: *pooling* por buque, cuando los equipos de transporte horizontal se asignan a cualquier grúa que opere en un mismo buque y el *pooling* total, cuando se asignan a cualquier grúa de muelle.

Ilustración 92. Operativa normal vs. pooling de elementos de transporte horizontal.



Fuente: (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011)

Aunque aumentar el nivel de *pooling* puede ayudar al ahorro energético al minimizar los recorridos de los equipos, también aumenta la dificultad para gestionar y planificar las operaciones.

Las grúas de muelles trabajan en ciclos de descarga del buque y tras su fin, inician la carga del buque. Por lo que si se asignan los vehículos de interconexión a una sola grúa, resulta complicado minimizar los viajes en vacío. En este caso, el *pooling* ayudaría a minimizarlos ya que, al trabajar los equipos con varias grúas, reducen sus traslados sin carga en operativas de carga y descarga. Para que este método sea efectivo al aplicarlo en la terminal, el TOS debe ser capaz de recalcular en cada momento de la operativa los recorridos mínimos de cada equipo y enviar órdenes a cada equipo en cada operación.

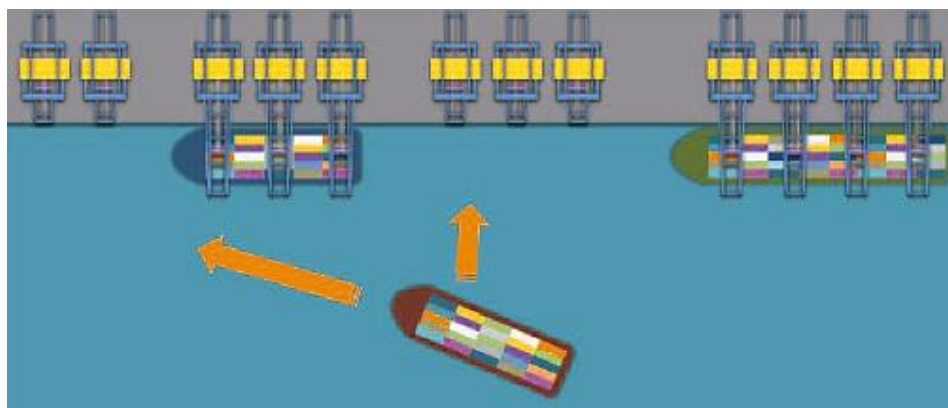
Las terminales que utilizan como equipo de patio los *Straddle Carriers* tienen más fácil la implementación de ese sistema ya que, este tipo de maquinaria sirve tanto para el almacenamiento como para la interconexión de los subsistemas.

i) Asignación de la línea de atraque

Previamente a la llegada de los buques a la terminal, se planifica la asignación de la línea de atraque de forma que se optimice su uso y se minimice el tiempo total de la escala de los buques en el puerto.

La asignación depende de muchas variables como la ubicación de las grúas en el muelle, el sistema de gestión de colas, la distribución de llegadas, la eslora y calado de los buques, etc. Además, desde el punto de vista de la eficiencia energética, la asignación de la línea de atraque al buque, en la medida de lo posible, debería hacerse de modo que el atraque se encuentre lo más cerca posible de la ubicación de las pilas donde se encuentran los contenedores que serán cargados o descargados para que, la distancia recorrida de los equipos de interconexión sea la mínima posible. Además, al reducir el ciclo de carga y descarga de los buques, se produce un aumento de la productividad del buque atracado y por lo tanto una reducción del tiempo de la escala del buque en la terminal.

Ilustración 93. Asignación de la línea de atraque.



Fuente: (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011)

j) Asignación de grúas al buque

La asignación del número de grúas óptimas para atender a un buque depende de varios criterios como puede ser el volumen de contenedores que deben cargarse y descargarse por buque y su distribución a bordo, el número y posición de las grúas disponibles en ese momento y la adecuación de las grúas al tamaño del buque. Para lograr una mayor eficiencia de las operativas, el número de grúas de muelle asignadas a un determinado buque puede ser variable en el tiempo, de modo que sea más flexible y se pueda responder a las necesidades de manipulación del buque y adecuar los recursos a la demanda. De esta forma se puede reasignar las grúas a otro buque que necesite ser atendido con más prioridad o que disponga de mayor volumen de contenedores a cargar o descargar.

Por otro lado, desde un punto de vista de la eficiencia energética, se debería intentar optimizar el número de equipos que van a trabajar en cada buque en función del tamaño del mismo. A los buques transoceánicos se les debería asignar grúas Post-Panamax o Súper Post-Panamax, a los buques medianos los de tipo Panamax y a los pequeños las grúa tipo *feeder*. Las operaciones de carga y descarga del buque son más complicadas cuando la grúa es demasiado grande para el tamaño del barco, debido a que la precisión del movimiento a una distancia mayor de la cabina es deficiente, por lo que se requiere más tiempo para la operación y un mayor pico de consumo.

5.5.3. La eficiencia energética en el equipamiento e instalaciones

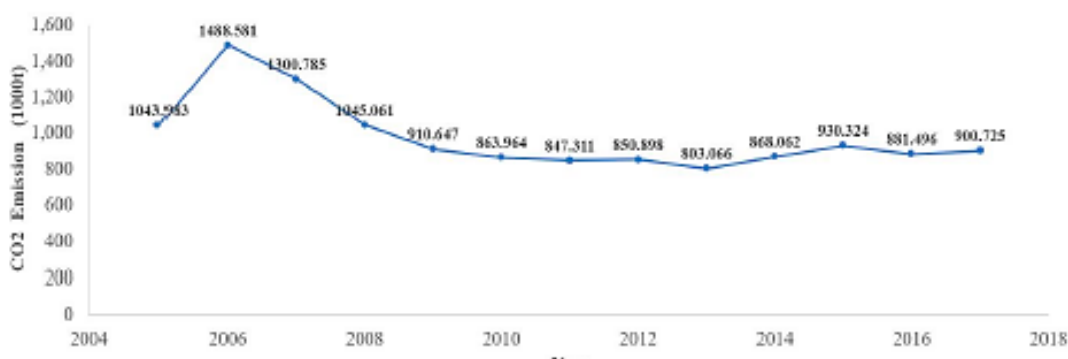
Con el objetivo de mejorar la eficiencia energética en una terminal portuaria de contenedores es muy importante que los equipamientos, la maquinaria y las instalaciones reúnan criterios de reducción del consumo de energía y de las emisiones durante la operación. Cada vez más, los fabricantes de equipamiento portuario están adaptándose y produciendo mejoras en la maquinaria, de forma que, aportando la misma potencia a una determinada maquinaria, ésta consuma menos energía y reduzca la emisión de gases contaminantes.

La consecución de la eficiencia energética en el entorno portuario abarca cuatro grandes campos de actuación: la utilización de fuentes de energía que no se basen en combustibles de origen fósil, la mejora de los sistemas de propulsión en el equipamiento portuario, el almacenamiento y recuperación de la energía y la mejora en el mantenimiento.

El problema de las emisiones de carbono en los puertos ha sido ampliamente estudiado por expertos de varios campos, desde la reducción de las emisiones en los equipos individuales como barcos, grúas de patio, grúas de muelle o la reducción en el subsistema o sistema general portuario. Los investigadores Geerlings y Duin presentaron una metodología para analizar las emisiones de terminales de contenedores a nivel general. Demostraron que cambiar de las Straddle Carriers convencionales a eléctricas hizo posible reducir las emisiones de CO₂ en casi un 70%, aunque a nivel económico suponía una inversión muy importante. En general, se distinguen dos métodos principales que pueden usarse para representar el consumo de combustible y la estimación de emisiones para las actividades de transporte. El primer método se denomina **“top-down” o “fuel-based”**, es decir, este método se basa en las ventas de combustible para estimar las emisiones. Sería el método más fiable para la estimación si las cifras de las ventas de combustible fueran totalmente fiables. Pero dado que este dato no siempre suele estar disponible o es poco fiable, existe un segundo método más utilizado llamado **“activity based” o “bottom-up”**. Este método permite estimar las emisiones basándose en el modelado de la actividad del transporte o usando factores de conversión que convierten la información disponible en emisiones (Nanxi, Daofang, Xiaowei, Jun, & Yinping, 2019).

Hoy en día, se han implementado múltiples medidas que han logrado la reducción de las emisiones. Por ejemplo, la adquisición de maquinaria eléctrica (*“oil to electricity” equipment*), las restricciones de ruta y la velocidad de los barcos, etc. En la gráfica siguiente, se observa cómo se ha conseguido controlar las emisiones en la última década en el puerto de Los Ángeles (POLA) tras la implementación del Plan de Acción de Aire Limpio (CCAP) para reducir la contaminación desde 2005 (Nanxi, Daofang, Xiaowei, Jun, & Yinping, 2019).

Gráfica 26. Las emisiones de CO₂ relacionado con la Industria marítima total en POLA (Port of Los Angeles) desde 2005 a 2017.



Fuente: (Nanxi, Daofang, Xiaowei, Jun, & Yinping, 2019)

Analizando el equipamiento portuario, éste se divide en dos grupos según las fuentes de energía empleadas en sus operaciones. Las grúas de muelle *Ship-to-Shore* utilizan electricidad para sus movimientos, en cambio, la mayor parte del equipamiento restante, a no ser que estén electrificadas o automatizadas, suelen utilizar combustible como fuente de energía. Los principales consumos de electricidad suelen estar distribuidos de la siguiente forma: el principal consumo recae en las grúas *Ship-to-Shore* con un 45%, seguido de las conexiones *reefer* con un 35% y el alumbrado junto con las oficinas en un 10% cada uno. En cuanto al consumo de combustibles por la maquinaria, las grúas RTG abarcan un 45% de ese consumo, las plataformas y cabezas tractoras alcanzan el 30%, las carretillas elevadoras el 15% y los vehículos auxiliares el 10% (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011).

A continuación, se presentan las medidas propuestas en la Guía de Eficiencia Energética en Terminales Portuarias de Contenedores de la Fundación Valenciaport para los distintos equipamientos:

- Grúas de muelle *Ship-to-Shore* (STS)

Aunque las innovaciones tecnológicas que se han desarrollado en el ámbito de la eficiencia energética para este equipamiento no están muy extendidas, éstas están dirigidas a la incorporación de dispositivos de almacenamiento y recuperación de energía en el sistema de manipulación de las grúas. Estos dispositivos tratan de un sistema electromecánico que aprovecha la energía que se genera durante la bajada del *spreader*, logrando el almacenamiento para posteriormente entregarlo en el siguiente ciclo de izada. Gracias a ello, se aumenta la protección y seguridad de las operaciones durante situaciones en las que el suministro es irregular o el cual se ha interrumpido por los apagones frecuentes de corta duración.

Este sistema se compone de un motor que induce un campo magnético permanente, módulo principal, y de un controlador principal encargado de regular el equilibrio entre carga y descarga de energía según la demanda en cada momento. La instalación de los súper capacitadores que están conectados al sistema eléctrico de la grúa, permite disponer de una mayor capacidad de almacenamiento, proporcionando a la grúa mayor autonomía y fiabilidad. Asimismo, optimizar el uso de la energía eléctrica permite reducir las emisiones indirectas de CO₂, permitiendo un potencial de reducción de hasta el 60% (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011).

- Grúas *Rubber Tyred Gantry* (RTG)

Se estima que las grúas RTG permanecen más del 40% de su tiempo de operación en fases de espera o ralentí. Durante ese tiempo, el motor principal de la grúa gira a altas revoluciones, lo que provoca un consumo de combustible excesivo, altas emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero, emisiones de ruido excesivas y, por lo tanto, un aumento de los costes de explotación de la instalación. Por lo tanto, los **sistemas de ahorro de combustible** se basan en la reducción del régimen de giro del motor principal de la grúa mientras está al ralentí, permitiendo incluso el apagado del motor. Este hecho puede reducir hasta en un 30% el consumo de combustible y la reducción de las emisiones directas de CO₂ a la atmósfera.

La empresa Konecranes ha sido pionera en desarrollar sistemas que permiten el ahorro de combustible para este tipo de grúas, reduciendo la velocidad de giro del motor en tiempos de espera y permitiendo la reducción del consumo en periodos de ralentí. Esto posibilita la prolongación de la vida útil del motor de la grúa y de sus componentes, ahorrando en mantenimiento. Tras la aplicación en la terminal MSC en Valencia, se observó que se producía un ahorro muy importante pasando de un consumo medio de 120.000 litros a 80.000 litros. Este ahorro era más visible en el rango de rendimiento real (10-20 contenedores/hora) que el rango

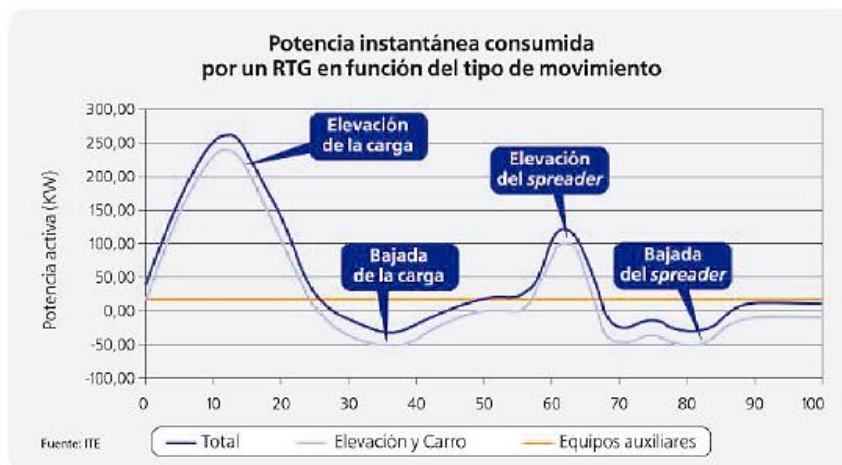
teórico (25-45 contenedores/hora), ya que, durante el trabajo de la maquinaria bajo rendimientos reales, los tiempos de espera y ralenti en la grúa son mayores (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011).

Otro sistema de ahorro para aumentar el rendimiento energético es el conocido como **sistema de velocidad variable**. Este sistema se basa en ajustar la velocidad de giro del motor diésel de la grúa según la potencia que demanda en cada momento. La potencia se obtiene electrónicamente a través de módulos de gestión electrónica y dispositivos PLC (Controlador Lógico Programable). De esta forma se consigue que el motor trabaje con la mejor eficiencia durante toda la operación, lo que se traduce en un ahorro de combustible y de desgaste de la maquinaria, la reducción de la contaminación acústica y de gases de efecto invernadero y la obtención de mejores rendimientos (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011).

El **sistema de almacenamiento de energía** visto anteriormente para el ejemplo de las STS, también tiene aplicación en las grúas RTG. Las grúas RTG están equipadas de un motor diésel unido a un alternador que es el encargado de producir la energía eléctrica que utiliza el motor de elevación, los actuadores, *spreader*, etc. El elemento que mayor demanda de energía necesita es el motor de elevación, el cual produce elevados picos de consumo. No obstante, cuando la grúa desciende el contenedor, el motor de elevación actúa como generador produciendo un excedente de energía que se disipa en forma de calor en los sistemas de frenado del movimiento de descenso.

Por lo tanto, los sistemas de almacenamiento de energía permiten almacenar la energía que se genera en el movimiento de descenso y entregarla en el siguiente ciclo de elevación, llegando a conseguir una reducción del consumo energético en torno al 8 y 15% sin mermar los niveles de rendimiento operativo.

Gráfica 27. Potencia instantánea consumida por un RTG en función del tipo de movimiento.



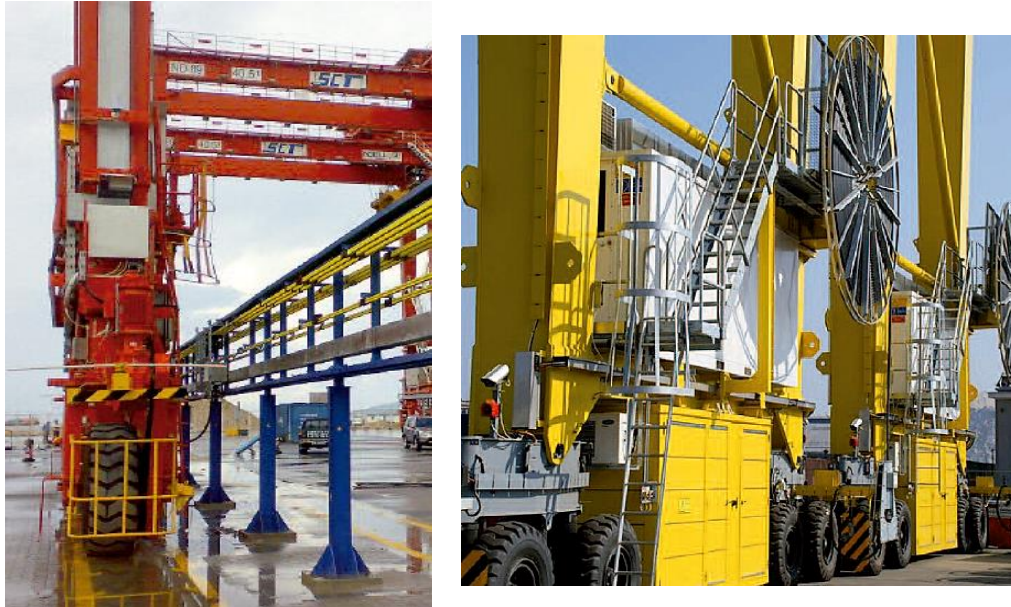
Fuente: (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011)

Por otro lado, la **electrificación de las grúas RTG** es una de las implantaciones más importantes que se pueden realizar desde el punto de vista de la eficiencia energética, ya que se reduciría el consumo de combustible y las emisiones locales.

La electrificación total de las grúas permitiría que las RTG trabajaran utilizando la energía eléctrica tanto en la operativa de manipulación de los contenedores como para el desplazamiento a lo largo de toda la pila. Adicionalmente, estas grúas deben llevar un equipo diésel para realizar las maniobras de giro de la grúa o para trasladarse a otra pila. Aunque la

sustitución por RMG en el patio sería una buena alternativa en términos de consumos, no lo es tanto por el coste en el que incurriría la terminal para realizar el cambio de maquinaria y adaptar la infraestructura existente y el TOS. Por ello, la siguiente alternativa consiste en electrificar los equipos existentes mediante el sistema *Cable Reel System* o *Conductor Bar System*.

Ilustración 94 Electrificación de las RTG. *Conductor Bar System* y *Cable Reel System*, respectivamente

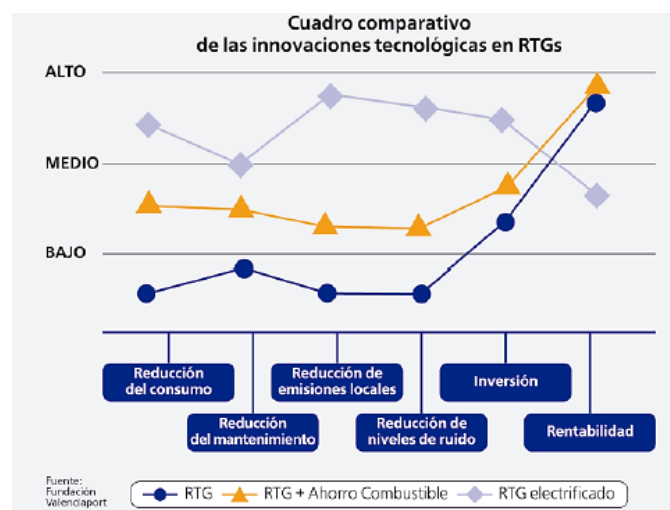


Fuente: (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011).

Con el sistema *Cable Reel*, la grúa toma la energía eléctrica de la red de distribución gracias a un cable eléctrico el cual está enrollado en una bobina motorizada colocada sobre una de las patas de la grúa, como ocurre con las grúas de muelle. En cambio, el sistema *Conductor Bar* necesita de una infraestructura mayor ya que, sobre una estructura de aluminio se colocan unas barras, las cuales incorporan los elementos por los que discurre la corriente eléctrica. La grúa toma esa energía mediante un *trolley* al que se encuentra unida mediante un cable de aluminio.

Ambos sistemas requieren menor inversión que adquirir nueva maquinaria, en general, tal y como se observa en la siguiente imagen:

Ilustración 95. Comparativa entre los distintos sistemas de mejora de la eficiencia energética en RTGs.



Fuente: (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011).



En definitiva, gracias a la electrificación se puede conseguir la reducción del coste energético hasta un 70% (este ahorro podría aumentar si la grúa incorporara un sistema de almacenamiento y recuperación de energía), adquirir una mayor flexibilidad al utilizar tanto el modo eléctrico como diésel, reducir las emisiones locales y los niveles de ruido y una reducción del coste de mantenimiento.

Empresas como KoneCranes y Kalmar disponen de versiones híbridas de las RTG. La RTG E-One² *Zero Emission* de Kalmar permite ahorrar hasta 600 litros de aceite de motor al año y generar hasta un 90% menos de emisiones que las RTG diésel. Este sistema elimina completamente la necesidad de mantenimiento en los componentes del motor, lo que reduce en gran medida el tiempo de inactividad y los costos de mantenimiento.

- Plataformas

El consumo energético de la maquinaria utilizada en el subsistema de transporte horizontal es muy significativo y su consumo puede alcanzar el 30% del combustible total. Existen diversas mejoras que permiten aumentar la eficiencia energética como sustituir las cabezas tractoras con plataforma independiente por cabezas tractoras con plataforma integrada, reemplazar las cajas de cambio manual por cajas de cambio automático (reduciendo el consumo y el mantenimiento), limitar la velocidad de los vehículos y, por último, incorporar cabezas tractoras híbridas que dispongan de doble motor diésel y eléctrico. Además, también existen desarrollos basados en la utilización de otras fuentes de energía como los biocombustibles, LNG, GLP y baterías) (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011).

Las **cabezas tractoras híbridas** resulta una propuesta orientada a la reducción significativa del consumo de combustible. Está compuesta por un motor eléctrico y otro de combustión, de manera que se utiliza uno u otro según la fase de operación de la máquina. Al utilizar el motor híbrido, no se produce la emisión de gases de efecto invernadero, los niveles de ruido descienden hasta en un 30% y se ahorra en torno al 60% de combustible en comparación con las plataformas tradicionales.

Por último, el **Power Pack**, el cual se basa en instalar una unidad extraíble de suministro energético para propulsar las plataformas de transporte interno. Estos vehículos constan de una cabina para alojar al operario para la conducción de la misma, sustituyendo a la cabeza tractora, y una plataforma donde se coloca el módulo. Dentro de este módulo se encuentra el motor de combustión, la bomba eléctrica de propulsión y diversos sistemas complementarios, como la eliminación de gases, refrigeración, encendido/apagado, etc. En cuanto a la capacidad por unidad podría superar los 250 kW (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011).

En resumen, las ventajas de sustituir las plataformas tradicionales por las que dispongan de esta tecnología permitiría reducir el consumo de combustible hasta un 50% gracias al sistema *Stop/Start* para la puesta en marcha del vehículo sin llaves ni baterías, reducir hasta un 50% las emisiones de CO₂, disminuir en un 70% el mantenimiento, aumentar la vida útil del vehículo y ofrecer una disponibilidad del 99% puesto que para realizar dicho mantenimiento no hace falta inmovilizar el vehículo.

- *Spreaders* eléctricos

En los últimos años, la utilización de *spreaders* eléctricos en los equipos de muelle y de patio ha ido en aumento. Esta tecnología aplicada en estos elementos permite reducir el peso total del *spreader* al eliminar los sistemas hidráulicos y por lo tanto reducir el consumo energético de la grúa al necesitar menos potencia para manipular el conjunto *spreader*-contenedor. Además, se



reducen los costes de mantenimiento al no tener que reponer fluidos, filtros, etc., y los niveles de ruido. El reto de este tipo de *spreaders* es el de mantener los mismos niveles de productividad que los tradicionales (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011).

- Contenedores *Reefers*

Según los estudios realizados por EfiCont, las conexiones de los *reefers* suponen el 40% del consumo de energía eléctrica en la terminal. El consumo dependerá del tipo de mercancía que contengan los contenedores, la temperatura ambiente y la de consigna (congelado o refrigerado), el peso y el tipo de contenedor.

Es importante contar con sistemas de monitorización para el control del estado de los contenedores refrigerados mediante un sistema integral de monitoreo que utiliza el propio cable de energía del contenedor para transmitir al sistema operativo de la terminal cuál es el estado del contenedor. Esta información se puede almacenar, tratar y servir para detectar errores que pudieran poner en peligro la mercancía. Estos sistemas permiten una reducción de los costes de operación al disminuir el tiempo dedicado a la revisión manual para su mantenimiento y una disminución del consumo eléctrico al monitorizar las temperaturas de forma constante y detectar rápidamente el mal funcionamiento (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011).

Por último, en cuanto a las instalaciones de la terminal y servicios generales de la terminal, aunque no representan un consumo muy elevado en comparación con el consumo de la maquinaria, su optimización supondrá un complemento a la eficiencia energética general de la instalación.

En cuanto a la iluminación exterior, se utilizan sistemas reductores de flujo para variar la tensión de salida hacia las líneas de consumo, adecuando el consumo eléctrico. El nivel de ahorro vendrá definido por la secuencia programada de escalones de reducción. Por lo que, a partir del momento en el que el sistema recibe la orden de ahorro, comienza la secuencia de reducción que, normalmente, reduce la tensión un 5% en cada uno de ellos hasta alcanzar el nivel previamente seleccionado por el usuario. Gracias a esto, se consigue un incremento de la eficiencia de los sistemas, pudiendo ahorrar más del 40%. Otra mejora podría ser la instalación de un reloj astronómico de precisión diaria el cual se basa en las tablas horarias del Observatorio Astronómico Nacional para adaptar las horas de inicio y fin de alumbrado. Además, instalar equipos de iluminación eficiente como las lámparas de descarga en vez de las incandescentes, utilizar lámparas de sodio de alta presión, interruptores horarios, detectores de presencia, etc., así como un buen mantenimiento, son clave para la reducción del consumo energético general de la instalación (EfiCont. Fundación Valenciaport, 2011).

6. Indicadores de productividad, nivel de servicio y capacidad en las terminales portuarias

6.1 La medición del rendimiento en los puertos

Desde hace décadas, múltiples autores han intentado diseñar un sistema de indicadores que permitieran valorar si el rendimiento de los puertos es el esperado o no y que, además, permita la comparación con otras instalaciones e informar a los partes interesadas relacionadas con el puerto. La UNCTAD (1976) diferenció dos grandes grupos de indicadores, los financieros y los operacionales. La ESPO (2011), desarrollando una visión integral del puerto en la cadena logística orientada a los distintos *skateholders*, en el marco del Proyecto “*Port performance Indicators, Selection and Measurement*” propuso un planteamiento que dividía 14 indicadores en 5 grupos: tendencia del mercado y estructura, impacto socioeconómico, medioambiental, cadena logística y rendimiento operacional y gobernanza (Monfort, y otros, 2011).

Se proponen cuatro perspectivas de medición del rendimiento portuario: rendimiento operacional, eficiencia, nivel de servicio y capacidad de la terminal (Monfort, y otros, 2011).

a) Rendimiento operacional

Está vinculado con la medición de la producción, la productividad y la utilización de los recursos de la terminal, tanto en términos técnicos como económicos. Se le denomina así para no confundirlo con los rendimientos económicos, energéticos, ambientales, u otros

En primer lugar, la **producción** expresa el volumen de mercancías manipuladas en la terminal para un periodo de tiempo, sin explicitar los recursos empleados.

La producción tiene dos indicadores principales, que son: el indicador de tráfico o *traffic*, y el indicador de transferencia o *throughput* de la terminal. Hay autores que emplean ambos términos como sinónimos y otros que no. El objetivo de la diferenciación es distinguir entre diversas mediciones de tráfico bruto y tráfico neto (Monfort, y otros, 2011). El indicador de tráfico se refiere a la cantidad neta de mercancía que pasa por la terminal o por un subsistema de la misma para un periodo de tiempo. El volumen de mercancías manipuladas se puede medir en toneladas, contenedores, TEU, etc. El tiempo se expresa en semanas, meses, año, etc.

En cuanto a los distintos tráficos en la terminal, en primer lugar, hay que diferenciar si se está midiendo el tráfico de la terminal, el tráfico en el muelle, en el patio de almacenamiento, en el subsistema de interconexión o en las puertas. Además, hay que distinguir entre tráfico *import/export*, donde los contenedores son descargados del buque para salir de la terminal o entran a la terminal para ser cargados en el buque. El tráfico de transbordo, en el cual los contenedores no salen de la terminal, son descargados en el patio de almacenamiento esperando a ser cargados de nuevo en otro buque. El tráfico FCL (*Full Container Loaded*) que se refiere a los contenedores con carga completa o el tráfico LCL (*Less than Container Loaded*), que son aquellos en el que la mercancía se agrupa en origen y luego se fragmenta en destino. Por otro lado, los contenedores vacíos suponen un gran problema en el tráfico marítimo y a veces es necesario que agentes logísticos (*depots* de contenedores) descongestionen temporalmente el patio de la terminal llevándoselo hasta que la naviera lo vuelva a reclamar. Por último, los *reefers* o contenedores refrigerados que necesitan una conexión a la red eléctrica en el patio para poder conservar la temperatura. Este tipo de contenedores como los que transportan mercancías peligrosas, necesitan de un área especial en el patio.

El indicador de transferencia o *throughput*, se refiere al esfuerzo que supone llegar a manipular la cantidad neta de mercancía en el mismo periodo de tiempo, por lo que incluye los movimientos propios del tráfico y los movimientos necesarios para que éste pueda darse (remociones, tapas de escotillas, etc). Las tapas de escotilla se cuentan como dos contenedores, al desmontarla y montarla. Es un término que indica un valor de volumen bruto (Aguilar Herrando, 2018).

Si la producción la expresamos en unidades monetarias se generan los indicadores financieros (€/t, €/movimiento de carga o descarga, €/movimiento de recepción o entrega, €/turno de trabajo...)

En segundo lugar, la **productividad** está relacionada con el ritmo de trabajo de los distintos recursos existentes en la terminal y se expresa como el volumen de mercancías manipulado por unidad de recurso y por unidad de tiempo. Se desarrolla con más detalle en el apartado 6.2 Productividad.

En último lugar, la **utilización**, que expresa la intensidad, el grado de aprovechamiento con la que se emplean los recursos, es decir, el ratio expresado en porcentaje, entre el uso de un determinado recurso y el máximo posible en un periodo de tiempo.

— Recurso infraestructura:

- Subsistema de atraque: el más utilizado es la tasa de ocupación, la cual se verá en detalle en 6.4.2 Capacidad de la línea de atraque. Este indicador se puede calcular siguiendo una explotación discreta o continua de la línea de atraque. La explotación discreta refleja la proporción de tiempo en el que los atraques de la terminal están ocupados, sin tener en cuenta el tamaño de los buques. En cambio, la explotación continua refleja la proporción de tiempo que los metros de atraque están ocupados en función de las esloras de los buques.
- Subsistema de almacenamiento: se emplean diferentes medidas para medir la superficie (m², Ha, huella o TEU). Para conocer también la altura de apilado, hay que emplear las posiciones (slots).
- Subsistema recepción/entrega: la infraestructura a emplear son las puertas (taquillas o similar)

— Recurso de equipamiento:

- Relación entre el periodo en el que los equipos son utilizados y su periodo de disponibilidad durante el periodo de referencia.

— Recursos de personal:

- Es la relación entre las horas que los trabajadores son contratados por la terminal para controlar el acceso, etc. y el número de horas que los trabajadores están disponibles.

En la Tabla 12. Categorías de medición, indicadores tipo y unidades. se resumen los indicadores tipo explicados anteriormente y sus unidades.

Tabla 12. Categorías de medición, indicadores tipo y unidades.

Categoría de medición	Indicador tipo	Unidades
Producción	Tráfico anual	t/año
	Throughput	TEUs/año
Productividad	Productividad de línea de atraque	t/m y año
	Productividad buque en puerto	t/h en puerto
	Productividad de grúa	t/h Movimientos/h
Utilización	Utilización de línea de atraque	% de ocupación

Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

Algunos de los factores que permiten la optimización del rendimiento del puerto y de sus terminales son la optimización de la gestión, la programación de la línea de atraque y las operaciones de carga y descarga, el aumento de la productividad y la reducción del tiempo de estancia de las mercancías en la terminal. En cuanto a la gestión de la terminal, existen dos puntos de vista diferentes como son el económico y el del rendimiento operacional. Por un lado, en cuanto a la posición de la Autoridad Portuaria, busca maximizar sus ingresos, teniendo todos los atraques ocupados, de forma que se la rentabilización sea continua. Esto provocaría tener buques esperando la asignación de un atraque, aumentando el tiempo que tarda la mercancía en alcanzar su destino. Por otro lado, el propietario de la mercancía, busca reducir al máximo el tiempo que transcurre hasta la recepción, de forma que los costes asociados al precio final se reduzcan. Para ello, sería necesario disponer siempre de un amarre libre para la recepción de los buques, lo que reduciría la amortización del amarre y, por tanto, también perjudicaría los ingresos de la autoridad portuaria. Así pues, la situación óptima sería aquella en la que exista un equilibrio entre ambas posiciones (Gil Santander, 2007). Según la ROM 2.1, “es recomendable que el promotor adopte como punto de equilibrio aquel que produzca los costes mínimos por tonelada movida, aunque resulta igualmente aconsejable alejarlo de tiempos de espera elevados y de situaciones próximas a una explotación conflictiva. En general se consideran admisibles esperas relativas entre 0.1 y 0.5 en función de las características de la flota esperable en el atraque. Es decir, tiempos medios de espera entre un 10% del tiempo medio de servicio (para tráficos totalmente regulares) y el 50% (para tráficos totalmente *tramp* o no regulares), siendo los valores intermedios para los tráficos mixtos en función del tipo de líneas marítimas que utilizan la instalación de atraque.”

Una de las ideas principales en las que se basan las terminales marítimas de contenedores, resulta de reducir al tiempo estrictamente necesario, la estancia de los buques en la terminal. De modo que, para ello, la terminal debe estar totalmente preparada para dar servicio de una forma óptima al buque. El rendimiento de los trabajos que presenta cada terminal, suele estar expresado mediante estadísticas, que le indican a las navieras y a la propia terminal, cómo de bien están llevando a cabo el servicio al buque y al resto de participantes de los otros subsistemas. Las estadísticas de rendimientos son conocidas como los KPIs (*Key Performance Indicators*) o Indicadores de Productividad. Los KPIs que más interesan a las navieras son el BMPH (*Berth Moves Per Hour*) o Movimientos por Atraque a la Hora y el TTT (*Truck Turnaround Time*) o Media de Tiempo en servir a un camión (carga o descarga).

El BMPH es el total de movimientos en la operativa de un buque en particular dividido por el total de horas que el buque está atracado. Si una terminal tiene BMPHs altos, será más atractiva para las navieras ya que implicará que las operativas de buque se completan en menor tiempo. Así pues, una terminal con BMPH bajo indica que no rinde a un nivel óptimo (Rodrigo de Larrucea, 2018).

$$BMPH = \frac{\text{Total de movimientos (carga + descarga + remociones)}}{\text{Horas de atraque}} \quad (7)$$

Este indicador dependerá tanto del número de grúas o manos portuarias que se van a destinar para un buque en concreto como de las productividades individuales de cada grúa.

b) Eficiencia

En textos técnicos o de lenguaje coloquial, los términos de eficiencia, eficacia, efectividad y productividad, son empleados como sinónimos. El uso del término eficiencia portuaria se intensifica a partir de la mitad de los noventa. Relaciona los recursos empleados para movilizar un determinado volumen de la mercancía, en términos de optimización. Por lo que la eficiencia portuaria sería la capacidad de realizar la actividad con el mínimo de recursos.

$$Eficiencia = \frac{\text{Suma de outputs}}{\text{Suma de inputs}} = \frac{\text{Volumen de operación}}{\text{Recursos empleados}} \quad (8)$$

Los recursos empleados pueden ser humanos, materiales y económicos. Los humanos y materiales definen la eficiencia técnica. Los recursos económicos definen la eficiencia económica, podrían ser diferentes en función de los objetivos económicos y variar desde minimizar los costes de producción de un servicio o la inversión o maximizar los ingresos y beneficios.

La eficiencia se puede analizar para cada subsistema existente en una terminal de contenedores: la línea de atraque, el almacenamiento, la recepción y entrega y la interconexión.

En la Tabla 13 se exponen los recursos a emplear para el cálculo de la eficiencia según el subsistema.

Tabla 13. Recursos a emplear en el cálculo de la eficiencia

ACTIVIDAD	RECURSOS					
	INFRAESTRUCTURA		EQUIPAMIENTO		PERSONAL	
	CONCEPTO	UNIDADES	CONCEPTO	UNIDADES	CONCEPTO	UNIDADES
LINEA DE ATRAQUE	Muelles	m	Grúas de muelle disponibles	Nº de Grúas	Manos necesarias para operar las grúas	Mano

ALMACENAMIENTO	Patio	Ha	RTG, RMG, OHBC, Reach Stackers, maquinaria auxiliar, etc., disponibles	Nº de Equipos	Manos necesarias para operar los equipos	Mano
RECEPCIÓN / ENTREGA	Puertas	Nº de puertas			Personal contratado en las puertas	Empleado
INTERCONEXIÓN	Viales	m ²	Mafis, plataformas convencionales, straddle carriers, etc., disponibles	Nº de Equipos	Manos necesarias para operar los equipos	Mano

Fuente: (Aguilar Herrando, 2018)

El cálculo de la eficiencia se puede realizar de dos formas según González Serrano y L. Trujillo (2005). El primer método tiene un enfoque econométrico, y se apoya en las fronteras estocásticas (método paramétrico). El segundo método, la programación lineal (método no paramétrico y determinista) que usa los métodos DEA (*Data Envelopment Analysis*) o Análisis Envoltante de Datos. Aunque existan dudas sobre cuál es la mejor forma de analizar la eficiencia, los métodos DEA son los más usados para tener en cuenta la multidimensionalidad del puerto. Este método es muy útil para el uso de *inputs* y *outputs* múltiples y permite estimar las fronteras de producción y evaluar la eficiencia de una muestra. Esta metodología evalúa la producción en función del máximo nivel de *outputs* alcanzable con los *inputs* iniciales fijos o determina el nivel de *inputs* necesarios para obtener un definido nivel de *outputs* (Gil Santander, 2007). El uso del DEA tiene como objeto la evaluación de la eficiencia de un conjunto de unidades, en este caso, de terminales portuarias, de tal forma que el resultado muestre la eficiencia relativa de una terminal respecto al resto. Esta eficiencia es conocida como inter-centro (Monfort, y otros, 2011). Esto permite conocer los niveles de eficiencia técnica de la terminal y encontrar los puntos débiles de forma que se puedan realizar las mejoras necesarias para incrementar la eficiencia en relación con las otras terminales (Gil Santander, 2007). Pero conocer la actividad de otras terminales de características similares a la terminal de estudio puede ser difícil, por ello, muchas terminales ven más factible el análisis de la eficiencia respecto a ellas mismas, pero comparando los datos de diferentes periodos. Así pues, esta eficiencia es conocida como intra-centro (Monfort, y otros, 2011).

c) Nivel de servicio

Este concepto proporciona una medida de la calidad percibida por los clientes y usuarios del sistema. El nivel de servicio de un puerto dependerá de tres grandes factores: los relacionados con los accesos al puerto, la capacidad de la infraestructura y con la capacidad del espacio marítimo.

A modo de ejemplo, el Port de Barcelona (2007) define tres parámetros para indicar la calidad del servicio prestado: parámetro de agilidad, parámetro de seguridad y parámetro de Inspección Física Coordinada. El primer parámetro refleja el grado de agilidad de la mercancía a su paso por



el puerto, tanto el proceso documental como el físico de la mercancía desde su entrada hasta la salida efectiva del puerto. Los valores de este parámetro oscilan entre 0 y 10 y está constituido en un 10% por la transmisión vía EDI (*electronic data interchange*); un 15% por circuito de declaraciones sumarias; un 15% en intervalo precio al intercambio aduanero; un 30,5% en el despacho aduanero; 12% en intervalo posterior al intercambio aduanero; 7,5% en la inspección física de la mercancía y en un 10% de estancia mínima efectiva (Gil Santander, 2007).

d) Capacidad

El máximo tráfico al que puede dar servicio una terminal bajo unas condiciones concretas, es lo que se conoce como capacidad de una terminal. Es una medida de la oferta de la infraestructura portuaria que, al basarse en unidades de tráfico, es posible vincularla directamente con la demanda, medida en las mismas unidades, y aproximar así su grado de utilización (Puertos del Estado, 2011). Para su determinación, es necesario establecer un modelo simplificado del funcionamiento de la terminal, concretando las condiciones límites a las que se va a someter el modelo. Estas condiciones límite pueden estar relacionadas con la optimización económica de las instalaciones, las fijadas por la saturación o las que corresponden al mínimo admisible por calidad de servicio que perciben los clientes (Monfort, y otros, 2011).

El estudio de la capacidad de la terminal es muy importante ya que permite conocer los límites de la misma y definir los distintos escenarios posibles para ver cómo respondería.

Los conceptos de Nivel de Servicio y Capacidad se desarrollan con detalle en los apartados 6.3 y 6.4, respectivamente, ya que es conveniente realizar un análisis profundo de ellos.

6.2 Productividad

La productividad está relacionada con el ritmo de trabajo de los diferentes recursos existentes en la terminal y se expresa como el volumen de mercancías manipulado por unidad de recurso y por unidad de tiempo.

$$P = \frac{Q}{T_s} \quad (9)$$

Tanto los recursos de infraestructura, superestructura y recursos humanos propios de la terminal, como el buque y los medios de transporte terrestre, constituyen los recursos de referencia a tener en cuenta para calcular dicho indicador. Así pues, en el recurso debe indicarse la unidad a emplear:

Tabla 14. Recursos según subsistema de la terminal para calcular la productividad

	Subsistema de atraque	Subsistema de almacenamiento	Subsistema de recepción/entrega	Subsistema de interconexión
Recursos de infraestructura	Muelle (m o atraque)	Patio de la terminal (ha)	Puertas de acceso (puerta)	Viales de la terminal (m ²)
Recursos de equipamiento	Grúas de muelle (grúa)	RTG, RMG, OHBC, Straddle carriers, reachstackers, maquinaria auxiliar...(equipo)		Mafis, plataformas convencionales, Straddle carriers (equipo)
Recursos de personal	Estibadores (mano)	Estibadores (mano)	Personal en puertas (empleado)	Estibadores (mano)

Fuente: Elaboración propia a partir de (Aguilar Herrando, 2018)

En cuanto a la unidad de tiempo, en función del subsistema a controlar, se segmentará de acuerdo a la secuencia de la operación para así poder mejorar el control sobre el mismo, la programación y la productividad. Se define un periodo de tiempo denominado periodo de referencia. Dado que, durante este periodo, existen periodos de inactividad, hay que considerar periodos adicionales, en función del recurso. Por ejemplo, para medir la productividad neta de la grúa, hay que tener en cuenta los movimientos (producción) que realiza la grúa (recurso) en horas netas de trabajo (unidad de tiempo). Si el resultado no es el esperado, hay que actuar sobre la mejora de la productividad en el recurso grúa.

— En el periodo de tiempo para los recursos infraestructuras:

- Periodo de referencia completo
- Periodo de disponibilidad de la infraestructura en el periodo de referencia. Se eliminan los periodos de tiempo en los que no se puede utilizar la infraestructura por motivos de mantenimiento, reparaciones, días festivos o por climatología, etc.

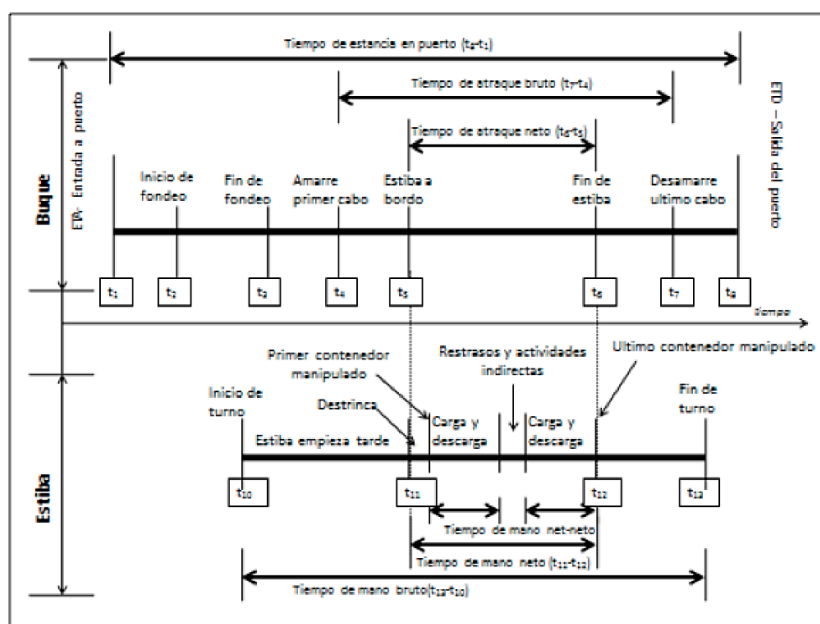
— En el periodo de tiempo para los recursos de equipamiento:

- Periodo de referencia completo
- Periodo de disponibilidad de la infraestructura en el periodo de referencia. Se eliminan los periodos de tiempo en los que no se puede utilizar la infraestructura por motivos de mantenimiento, reparaciones, días festivos o por climatología, etc.

- Periodo en el que se contratan a los estibadores para que accionen los equipos durante los periodos de referencia. El turno habitual de un estibador es de 6 horas normalmente o un múltiplo de él, es decir, los estibadores podrían realizar doble o triple turno en una jornada. Con este periodo se calcula la productividad bruta de los equipos.
 - Periodo operativo del equipo, correspondiente al tiempo de contratación del personal sin tener en cuenta los tiempos previos al comienzo de las operaciones y los posteriores. Así se obtendría la productividad neta de los equipos.
 - Periodo operativo del equipo, pero reduciéndolo como consecuencia de paradas por situaciones meteorológicas (viento, niebla, lluvia, etc.) o por acciones o decisiones de la mano de obras de estiba. Es importante definir a partir de qué duración de la interrupción se considera parada. Con este periodo se calcula la productividad neta-neta de los equipos.
- Periodo de tiempo para los recursos de personal:
- Periodo en el que está disponible la contratación del personal
 - Periodo para el que el personal está contratado en el periodo de referencia. Es el periodo a utilizar en el cálculo de la productividad bruta del personal.
 - Periodo comprendido entre el inicio y el fin de las operaciones de cada turno del personal contratado durante el periodo de referencia. Con este periodo se calcula la productividad neta del personal.
 - Periodo anterior, pero al que se le restan las paradas intermedias. Es el periodo a utilizar en el cálculo de la productividad neta-neta del personal.

En la siguiente ilustración se observa la segmentación del tiempo en el subsistema de carga y descarga de modo que se permita mejorar el control, la programación y la productividad.

Ilustración 96. Definiciones de tiempos en el subsistema de carga/descarga



Fuente: Ashar (1997)

Más adelante, se analiza la Capacidad de la línea de atraque. En su formulación se verá la utilización del indicador de productividad anual media de buque atracado, P. Este indicador se define como el cociente entre el volumen de mercancías manipulado anualmente (expresado en movimientos de contenedores) y el tiempo bruto o total de atraque para una escala. En la producción anual se contabilizan tanto los movimientos de contenedores origen/destino como los de transbordo, computados dos veces (carga y descarga).

P depende del número medio de grúas utilizado, la productividad de las mismas y los tiempos muertos en el atraque. Se debe distinguir entre la productividad bruta de atraque (relacionada con los tiempos brutos de atraque) o la productividad neta de atraque para los tiempos netos de atraque, que será mayor al dividir la producción por una suma de tiempos menores.

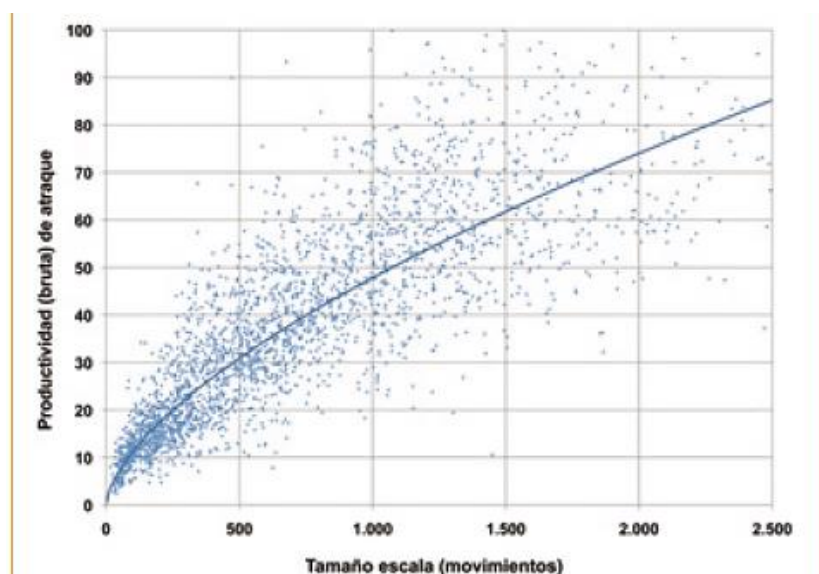
En la siguiente tabla, se muestra la relación entre los distintos factores que afectan a la productividad. En ella se observa con detalle, la relación entre el tamaño de la escala y la productividad del atraque, ya que el aumento del tamaño del buque, permite la mejora de la productividad, por lo que P se considera una variable dinámica. Esta relación se puede ver claramente en la Gráfica 28. Un mayor número de movimientos permite el empleo de más grúas de forma simultánea, con el objeto de minimizar el tiempo de estancia del buque en el muelle.

Tabla 15. Relación entre tamaño de escala y productividad.

Tamaño buque (TEUs)	Tamaño escala (mov)	Productividad atraque (mov/h)	Productividad grúa (mov/h)	Nº medio de grúas
4.400	1.067	44	22	2
5.200	1.261	53	22	2,4
6.200	1.503	63	22	2,8
6.200	2.104	88	26	3,4
8.800	2.987	124	30	4,2

Fuente: Stenvert y Penfold (2004)

Gráfica 28. Relación entre el número de movimientos y la productividad bruta de atraque de los buques (muestra del Puerto de Valencia, año 2010)



Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

6.3 Nivel de servicio

El concepto de Nivel de Servicio surge de la necesidad de medir la calidad del servicio percibida por los clientes y usuarios de la terminal. Los *stakeholders* asociados son la compañía naviera (buque), el transportista terrestre (camión y ferrocarril) y los cargadores (mercancías). Además, facilita la introducción de un escenario de condiciones límites que conlleva el cálculo de capacidad portuaria.

La naviera es el principal cliente de la terminal que percibe esa calidad del servicio mediante dos indicadores, expresables en términos económicos. El primero es el **coste de la escala**, es decir, las tasas y tarifas que la naviera tiene que abonar cada vez que atraca el barco en el puerto. La segunda, está relacionada con el **tiempo de escala** en el puerto, ya que un menor tiempo implica un menor coste para la naviera.

El indicador operacional más utilizado por las navieras para medir el tiempo de escala en el puerto es el volumen de mercancías movilizado por unidad de tiempo en el puerto, ratio que se expresa como:

$$\frac{T_P}{Q} \quad (10)$$

Siendo,

T_P : tiempo de estancia del buque en el puerto (duración de la escala)

Q : cuantía de mercancías a mover en una escala en puerto

El tiempo de estancia del buque en puerto (T_P) depende del tiempo de espera, es decir, la duración del fondeo, que por motivos de congestión portuaria debe esperar el barco hasta ser atendido (T_e), del tiempo de maniobra desde que entra a puerto hasta el atraque (T_m) y del tiempo de servicio, o tiempo de atraque bruto (T_s), es decir, la duración del servicio que cubre el mismo periodo con el que se calcula la productividad bruta del atraque (atraque y desatraque), por lo que, el ratio anterior se expresa así:

$$\frac{T_P}{Q} = \frac{T_e + T_m + T_s}{Q} \quad (11)$$

Si no se tiene en cuenta el término asociado al tiempo de maniobra (T_m) ya que, es característico del *layout* y de las condiciones de operación del puerto, la expresión anterior queda del siguiente modo:

$$\frac{T_P}{Q} = \frac{T_e + T_m + T_s}{Q} = \frac{T_s}{Q} \left(1 + \frac{T_e}{T_s}\right) \quad (12)$$

Respecto a la formulación anterior (12), podemos concluir que:

- Minimizar el ratio $\frac{T_P}{Q}$ (medida de la satisfacción de la naviera relacionada con el tiempo de escala en el puerto), minimizará la expresión anterior.
- El término $\frac{T_s}{Q}$, es la inversa de la productividad del buque en el atraque

— El ratio $\frac{T_e}{T_s}$, representa la espera relativa (ϵ) que las navieras pueden admitir

Finalmente, la expresión (12) queda:

$$\frac{T_p}{Q} = \frac{1}{P} (1 + \epsilon) \tag{13}$$

Por lo que, el indicador de nivel de servicio ofrecido a la naviera es función de dos indicadores fundamentales: la productividad del buque atracado (P) y la espera relativa (ϵ).

Si es subsistema a controlar es el de recepción/entrega de la carga a camiones externos o al ferrocarril, el planteamiento es similar. En el caso de los camiones, la recepción o entrega es de 1 o 2 contenedores y el tiempo total de la operación es la suma del tiempo de espera y gestión en las puertas de entrada y en el interior de la terminal.

El concepto de Nivel de Servicio se emplea en otros ámbitos como, por ejemplo, el representado en el Manual de Capacidad de Carreteras (*Transportation Research Board, 2000*). En el ámbito de las terminales portuarias, actualmente no se dispone de un modelo completo de NdS, pero Ballis (2003) realizó un ejercicio preliminar para las terminales intermodales (Tabla 16).

Tabla 16. Propuesta de Niveles de Servicio para terminales intermodales.

Propuesta de Estándares de Niveles de Servicio para terminales intermodales							
	A	B	C	D	E	F	
Tiempo de espera de los usuarios en el sistema (incluye tiempo de espera en cola y tiempo de servicio)							
Tiempo de espera para el 95% de los camiones (minutos)	Más de 19	20-30	31-40	41-60	61-120	SISTEMA DE DEMORAS	
El tiempo de espera de los buques debe estar de acuerdo con la naviera y con las normas del puerto, mientras que los trenes deberían seguir su propio horario (las desviaciones son asumidas por el estándar de fiabilidad)							
Fiabilidad							
Terminales Marítimas							
Incidentes por demora en la salida de buques	más de 2%	(3-5) %	(6-15) %	(16-30) %	(31-60) %		
Duración de la demora (minutos)	más de 30	31-45	46-60	61-90	91-180		
Terminales de fcc							
Incidentes por demora en la salida de trenes	más de 2%	(3-5) %	(6-10) %	(11-20) %	(21-40) %		
Duración de la demora (minutos)	más de 10	11-20	21-30	31-40	41-60		

Fuente: Ballis (2003)

Otro concepto importante del que dependerá el nivel de servicio es la distribución de llegadas de los buques, muy importante para planificar el orden de llegadas en la terminal e intentar reducir lo máximo posible el tiempo que debe esperar fondeado el buque, para reducir la duración de la escala.

Para los sistemas de distribución de llegadas de buques, se utiliza una nomenclatura donde el primer término, se refiere a la función de distribución de probabilidad de llegadas de buques, el segundo término representa la función de distribución de las probabilidad de tiempo de servicio y, el último término, n, representa el número de atraques. Tales funciones de distribución de

probabilidades pueden ser Exponenciales (M), Erlang de orden K (E_K), constantes (D), hiperexponenciales (H), u otras cualquiera (G).

Para conocer el sistema de distribución de llegadas de buques y de tiempos de servicio, según (Monfort, y otros, 2011), se recomienda que para el caso de terminales de contenedores se distinga entre:

- Terminales públicas: $M/E_K/n$ (distribución de llegadas aleatorias/tiempos de servicio según una distribución Erlang de orden K / n ataques). Recientes estudios empíricos demuestran que las terminales públicas de contenedores obedecen a una distribución de llegadas de buques aleatorias (M) y los tiempos de servicio se ajustan más a una Erlang de orden 4 o superior si los tiempos de servicio de la terminal son más regulares.
- Terminales con escalas muy programadas: $E_K/E_K/n$ (distribución de llegadas y de tiempos de servicio según una distribución Erlang de orden K / n ataques), con menor aleatoriedad en la distribución de llegadas.

La Tabla 17 constituye una propuesta de niveles de servicio para el subsistema de línea de ataque, según la calidad del servicio percibida por la naviera en términos de espera relativa (T_e/T_s) y de productividad anual media de buque atracado (P). La propuesta produce 9 niveles de servicio (AA, AB, AC, etc.) y se relaciona con la dimensión de la capacidad por línea de atraque, expresada en contenedores por metro lineal de atraque y año o en TEU por metro y año (1,5 TEU/cont), a través de los gráficos que expresan la relación de ésta con la productividad anual media de buque atracado (P) para distintos niveles de espera relativa (Monfort, y otros, 2011).

Tabla 17. Propuesta de niveles de servicio para el subsistema de carga y descarga de buques o de línea de atraque

Nivel de servicio	Espera relativa	NIVELES DE SERVICIO			
D	> 0,20	-	-	-	-
C	0,10 - 0,20	-	CC	BC	AC
B	0,05 - 0,10	-	CB	BB	AB
A	hasta 0,05	-	CA	BA	AA
		< 35	35-50	50-65	> 65
		Productividad anual media de buque atracado (P) (cont./h)			
		D	C	B	A
		Nivel de servicio			

Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

A continuación, se muestra un ejemplo aplicado a una terminal con distribución de llegadas $M/E_4/n$, para dos puestos de atraque de una longitud de 300 metros. En la Tabla 18 se obtiene la productividad según el nivel de servicio.

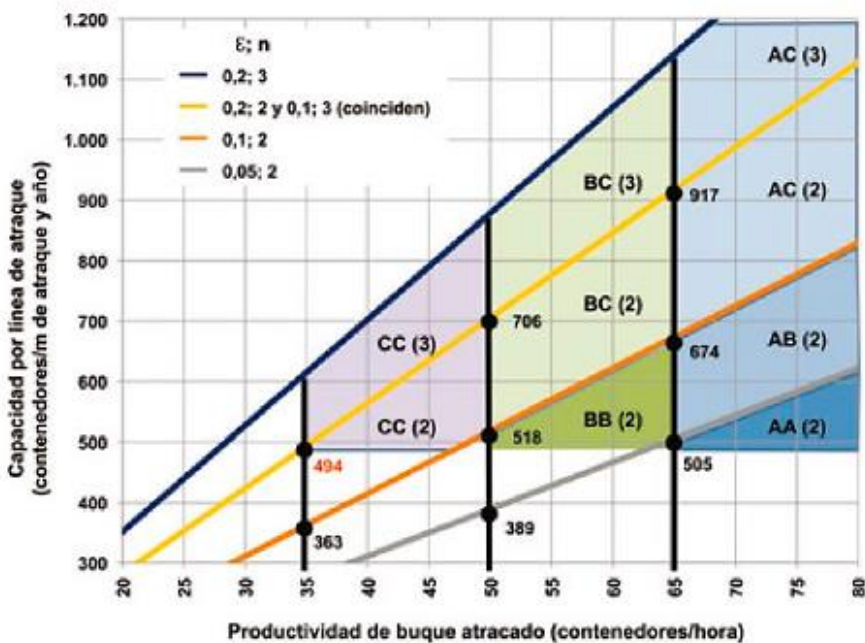
Tabla 18. Niveles de servicio para el caso M/E4/2 y atraque de 300 m (Productividad por línea de atraque en TEU/metro)

Nivel de servicio	Espera relativa	NIVELES DE SERVICIO (Sistema M/E4/2) Atraque de 300 m			
		Productividad por línea de atraque (TEUs/m)			
D	> 0,2	-	-	-	-
C	0,2	-	741-1.058	1.058-1.376	> 1.376
B	0,1	-	544-778	778-1.011	> 1.011
A	0,05	-	408-583	583-758	> 758
1 cont. = 1,5 TEUs		< 35	35-50	50-65	> 65
Productividad anual media de buque atracado (P) (cont./h)					
		D	C	B	A
Nivel de servicio					

Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

En la Gráfica 29 se observa el caso expuesto anteriormente incorporando adicionalmente algunos niveles de servicio para el caso de 3 atraques. Además, se aprecia cómo afectaría a la capacidad de la línea de atraque, pasar de 2 a 3 atraques en el muelle, aumentando la capacidad en un 36% aproximadamente (Monfort, y otros, 2011).

Gráfica 29. Niveles de servicio para el caso M/E4/n para n=2 y n=3 con atraques de 300 m.



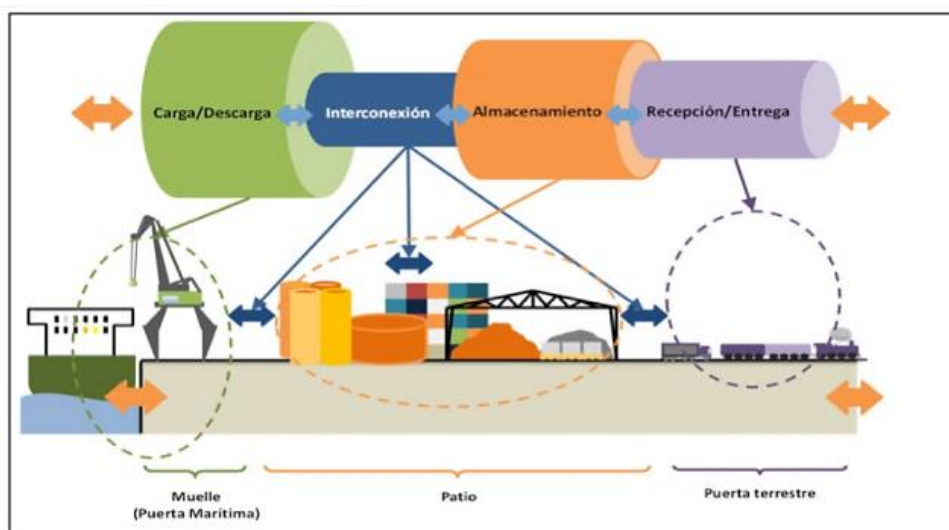
Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

6.4 Capacidad

El cálculo de la capacidad en una terminal portuaria es una herramienta muy importante de planificación de la terminal. Se define como el máximo tráfico al que la terminal puede dar servicio para un escenario definido. Por lo tanto, permite saber los límites de la terminal ante diferentes escenarios posibles de producirse. (Monfort, y otros, 2011)

Como se ha visto anteriormente en el apartado 3.3 Subsistemas de la terminal, la terminal dividida en subsistemas, se puede idealizar como una sucesión de conductos por los que fluye el tráfico. Cada uno de esos conductos tiene su propia capacidad. Por lo que, la capacidad de la terminal será la menor de todos los subsistemas (método de los cuellos de botella).

Ilustración 97. Capacidad de la terminal portuaria por subsistemas



Fuente: <https://www.fundacion.valenciaport.com/proyecto/uruguay-capacidad-tcp-capacidad-de-la-terminal-cuenca-de-plata-y-capacidad-portuaria-para-el-puerto-de-montevideo/>

El subsistema de interconexión y el de recepción y entrega no suelen ser los limitantes ya que éstos se dotan con los equipamientos suficientes. Además, son fácilmente mejorables ya que se podría adquirir nueva maquinaria o instalar nuevos viales de entrada a la terminal, si el problema estuviera en las largas colas que se generan a la entrada. Por otro lado, en cuanto al subsistema de carga y descarga de los buques, se distinguen dos operativas: la operativa de atraque (que dependerá del número de atraques y la tasa de ocupación del muelle) y la operativa de carga y descarga del buque (dependiente del número de grúas y de los equipos de interconexión). Por último, el subsistema de almacenamiento, es el que regula los distintos ritmos entre el transporte marítimo y el terrestre y dependerá tanto del espacio disponible, la altura de apilado, el tiempo de estancia de las mercancías en el patio, etc.

6.4.1. Métodos de medición

Calcular la capacidad de un puerto tiene asociados varios problemas. El primero es debido a la gran cantidad de parámetros que pueden influir en el resultado y, por tanto, aumentar la complejidad de cálculo. El segundo, es debido a la falta de datos, ya que es difícil disponer de todos los que serían necesario y, además, la diversidad de formas de medir cada uno. Por último, las distintas interpretaciones de los datos según el organismo interesado (Gil Santander, 2007).

Por otro lado, los problemas asociados de capacidad de una terminal no siempre requieren de más espacio para mejorar la misma, ya que existen otros problemas que pueden mermar esta



capacidad: una mala gestión de la terminal, los problemas en la entrada de buques al puerto por calado o por excesiva altura de ola, problemas de lentitud en la expedición de documentos por aduanas, problemas de mala comunicación entre los diferentes departamentos de un puerto, etc. (Gil Santander, 2007)

Los métodos utilizados para estimar la capacidad de una terminal portuaria han ido evolucionando, desde la utilización de métodos empíricos que utilizan fórmulas basadas en productividades medias como ratios a métodos analíticos los cuales, en su fase inicial se basaban en la teoría de colas pero que han evolucionado a metodologías de simulación, en las que es necesario conocer cómo va a evolucionar la terminal ante las demandas de tráfico y posibles escenarios futuros.

a) Métodos empíricos

Los métodos empíricos se basan en la aplicación de los índices de productividad obtenidos de terminales portuarias con instalaciones de tipología y tamaño parecido a la terminal objeto de estudio y que ofertan un nivel de servicio adecuado. Esta metodología es muy útil para la planificación de terminales nuevas o para aquellas que van a desarrollar el plan director, ya que, en varias ocasiones, no hay datos disponibles para la aplicación de métodos más complejos (Monfort, y otros, 2011). Las principales ventajas de este método son su simplicidad, las pocas variables necesarias y el fácil entendimiento. En cambio, hay muchas variables que no tiene en cuenta y que influyen en la capacidad de la terminal como son la congestión, los tiempos muertos, la mano de obra, las tarifas, etc. (Gil Santander, 2007)

b) Métodos analíticos

Estos métodos se basan en formulaciones matemáticas para describir los procesos que intervienen en los distintos subsistemas. Se trata de ecuaciones que relacionan los subsistemas del puerto modelados a través de distribuciones de probabilidad de llegada de navíos y otra de tiempo de servicio en cada operación. Dan como resultado una cifra más exacta, pero con la dificultad de calcular muchos datos (Gil Santander, 2007).

Este análisis es simplificado, ya que cada subsistema se relaciona con el resto naturalmente, por lo que se necesita determinar algunas hipótesis para poder aislar cada subsistema para calcular su capacidad.

Se asume que los subsistemas de interconexión y de recepción y entrega no son limitantes de la capacidad, ya que estos se dotan del equipamiento suficiente como para no convertirse en cuellos de botella.

En el análisis de la capacidad del subsistema de carga y descarga se distinguen dos operativas: la de atraque (función del número de atraques y de la tasa de ocupación del muelle) y la de carga y descarga del buque (función del número de grúas y equipos de interconexión, así como de sus productividades). Para el análisis que se va a realizar, se asume que la terminal cuenta con el número de equipos necesarios para atender el tráfico y que la productividad está en valores aceptables. Por lo tanto, la capacidad de carga y descarga va intrínsecamente ligada a la capacidad de la línea de atraque a través de la productividad del buque atracado, que es lo que se va estudiar.

El subsistema de almacenamiento regula los ritmos entre el transporte marítimo y el terrestre, siendo complejo el cálculo de su capacidad. Esta capacidad es función del espacio dedicado al almacenamiento, la altura operativa media de apilado y el tiempo de estancia de las mercancías.



Algunos autores desestiman el cálculo de la capacidad del subsistema de almacenamiento, argumentando que no es limitante para la capacidad global de la terminal porque el tiempo de estancia de las mercancías puede gestionarse con medidas tarifarias y de tipo logístico.

c) Métodos de simulación

Estos métodos consisten en la utilización de programas informáticos que intentan reproducir el comportamiento de la terminal ante un conjunto de escenarios. Estos programas deben ser calibrados mediante el uso de medidas tomadas experimentalmente para que los resultados sean más o menos reales. En la simulación, la terminal se divide en los diversos subsistemas que pueden describirse matemáticamente, para posteriormente mediante su combinación, obtener un modelo del sistema completo y evaluar los distintos escenarios planteados. Por tanto, el uso de esta metodología confiere un alto nivel de detalle y evita las simplificaciones como sí hacen los otros dos métodos planteados con anterioridad. Este hecho, por tanto, también lo convierte en un inconveniente ya que, es necesaria una cantidad de datos importante para su desarrollo y utilización. Así pues, para modelos de simulación más complejos y con más nivel de detalle, la necesidad de computación crece. Por esta razón, es importante buscar una solución de compromiso que equilibre la complejidad del modelo (nivel de detalle) y su uso (objetivos) (Monfort, y otros, 2011).

Existen tres tipos de métodos de simulación: la simulación estratégica, operacional y táctica. La simulación estratégica se basa en un análisis de las alternativas de layout y el equipamiento de la terminal. La simulación operacional tiene su base en la optimización de los movimientos de la mercancía. Por último, la simulación táctica trata de hacer las simulaciones paralelas en tiempo real y con posibilidad de congestión del sistema (Gil Santander, 2007).

6.4.2. Capacidad de la línea de atraque

La capacidad anual de la línea de atraque es igual al producto del número de puestos de atraque, por la tasa de ocupación del muelle, por las horas operativas anuales, y por la productividad horaria media de los buques durante su atraque.

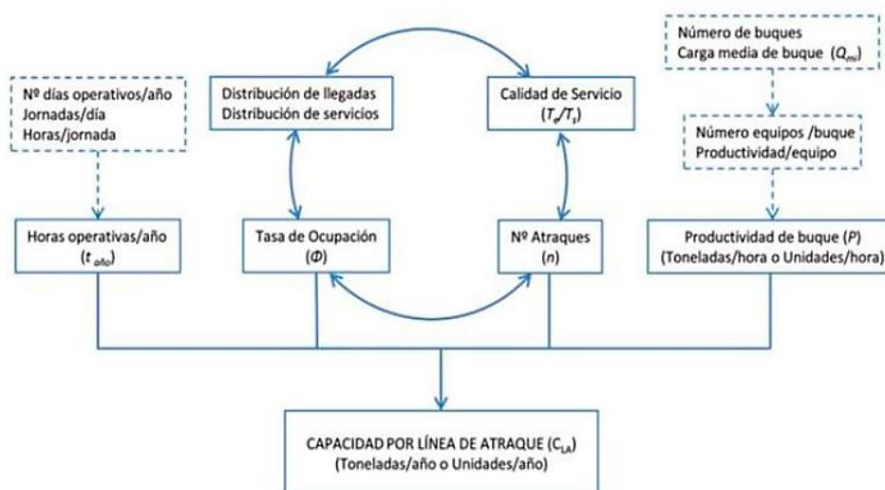
$$C_{LA} = n \times \emptyset \times t_{año} \times P \tag{14}$$

Donde,

- C_{LA} : capacidad anual de la línea de atraque (TEU/año).
- n : número de puestos de atraque.
- \emptyset : tasa de ocupación admisible.
- $T_{año}$: horas operativas de la terminal al año.
- P : productividad anual media de atraque medida en movimientos/h.

En la Ilustración 98 se muestran los factores más importantes que influyen en el cálculo de la capacidad por línea de atraque además de la interrelación existente entre ellos.

Ilustración 98. Factores que influyen en la capacidad por línea de atraque de las terminales portuarias



Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

En primer lugar, para el cálculo del **número de puestos de atraque (n)**, hay que conocer la longitud de la línea de atraque, la eslora del buque tipo que atracará en la terminal y los resguardos de seguridad (o coeficiente de separación, K_{sep}) entre buques.

$$n = \frac{\text{Longitud de la línea de atraque}}{\text{Eslora del buque tipo } X (100\% + K_{sep})} \tag{15}$$

Para la definición del **buque tipo**, tal y como apunta (Monfort, y otros, 2011), no existe un acuerdo. Algunos autores proponen el uso de buques extremales, aquellos cuya eslora es excedida solo por el 15% de las llegadas, otros proponen la media ponderada de la distribución

de esloras por los respectivos tiempos de servicio, o, en el caso de no disponer la información de la distribución de esloras y de tiempos de servicio, se podría estimar la eslora en función de la tipología de buques que previsiblemente atraquen en la terminal (porta-contenedores panamax, post-panamax...) (Ver Tabla 19. Capacidad de la línea de atraque según tipos de atraque), según calado del puerto...

Tabla 19. Capacidad de la línea de atraque según tipos de atraque

Año	Tipo de atraque	Longitud de atraque (m)	Calado (m)	Atraques por terminal	Buque de diseño (TEUs)	Capacidad anual de atraque (TEUs)	Capacidad por metro de atraque (TEUs/m)
2009	Sub Panamax	250	12	3	3.000	350.000	1.400
2012	Panamax	280	14	3	4.500	450.000	1.607
2012	Panamax	280	14	4	4.500	495.000	1.768
2014	Post Panamax I	300	15	3	5.700	500.000	1.667
2014	Post Panamax I	300	15	4	5.700	550.000	1.833
2017	Post Panamax II	350	16	4	8.000	700.000	2.000
2025	Post Panamax III	400	16 - 18	4	12.000	1.000.000	2.500
2009	Polivalente	150	10 - 11	2	1.000	100.000	667

Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

Para la obtención del coeficiente K_{sep} , se puede suponer un 10% de la eslora del buque tipo repartido entre popa y proa o establecer un valor fijo (Ver Tabla 20)

Tabla 20. Propuesta ROM 2.1 para el cálculo de los resguardos en planta para línea de atraque

ESQUEMA REPRESENTATIVO DEL MUELLE	VALORES DE LAS VARIABLES EN FUNCIÓN DE LA ESLORA TOTAL (L en m) DEL BARCO MAYOR QUE AFECTA A LA DETERMINACIÓN DE LA DIMENSIÓN ANALIZADA				
	MAYOR DE 300	300 – 204	200 – 151	150 – 100	MENOR DE 100 (t)
<p>1.- DISTANCIA "l₀" ENTRE BARCOS ATRACADOS EN LA MISMA ALINEACIÓN (m)</p>	30	25	20	15	10
<p>2.- SEPARACIÓN "ls" ENTRE BARCO Y CAMBIOS DE ALINEACIÓN O DE TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL (m)</p> <p>a)</p>	30	25	20	10	5
<p>b)</p>	45/40	30	25	20	15
<p>c)</p>	30/25	20	15	15	10
<p>d)</p>	-/60	50	40	30	20
<p>e)</p>	20	15	15	10	10

Fuente: González-Herrero et al. (2006)

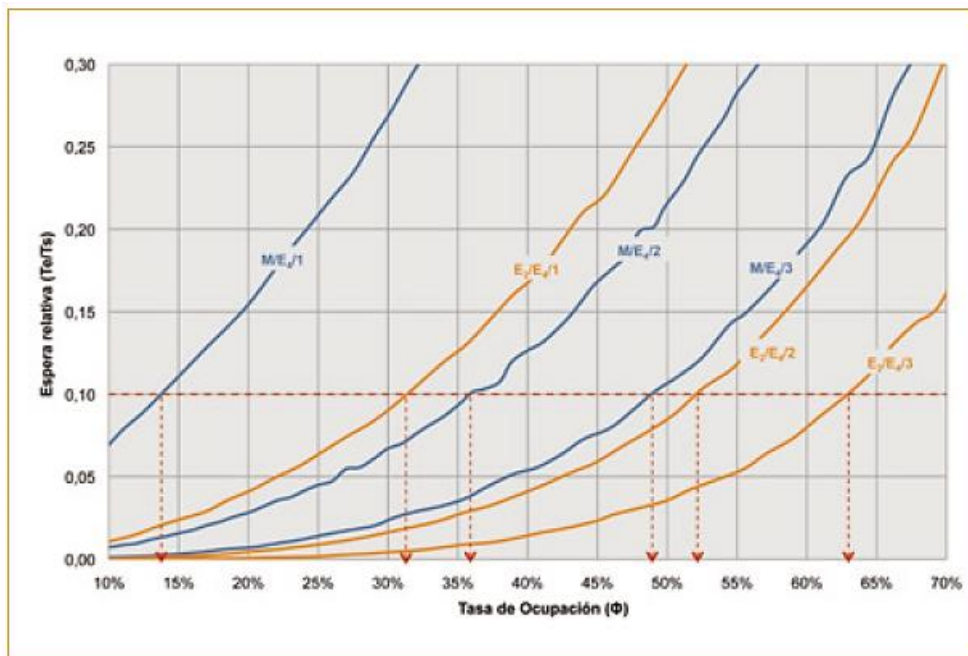
En segundo lugar, la **tasa de ocupación admisible (\emptyset)** resulta de considerar, por un lado, la distribución de las llegadas de los buques, la distribución de los tiempos de servicio en el muelle y n ; y por otro, la calidad de servicio ofertada vinculada a la espera relativa. La tasa de ocupación se puede calcular mediante la utilización de la Teoría de Colas o por medio de modelos de simulación.

Para conocer el sistema de distribución de llegadas de buques y de tiempos de servicio, según (Monfort, y otros, 2011), se recomienda que para el caso de terminales de contenedores se distinga entre:

- Terminales públicas: $M/E_K/n$ (distribución de llegadas aleatorias/tiempos de servicio según una distribución Erlang de orden K / n atraques). Recientes estudios empíricos demuestran que las terminales públicas de contenedores obedecen a una distribución de llegadas de buques aleatorias (M) y los tiempos de servicio se ajustan más a una Erlang de orden 4 o superior si los tiempos de servicio de la terminal son más regulares.

- Terminales con escalas muy programadas: $E_K/E_K/n$ (distribución de llegadas y de tiempos de servicio según una distribución Erlang de orden K/n atraques), con menor aleatoriedad en la distribución de llegadas.

Gráfica 30. Espera relativa y tasa de ocupación en función del sistema $M/E_K/n$ y $E_K/E_K/n$ para 1, 2 y 3 atraques.

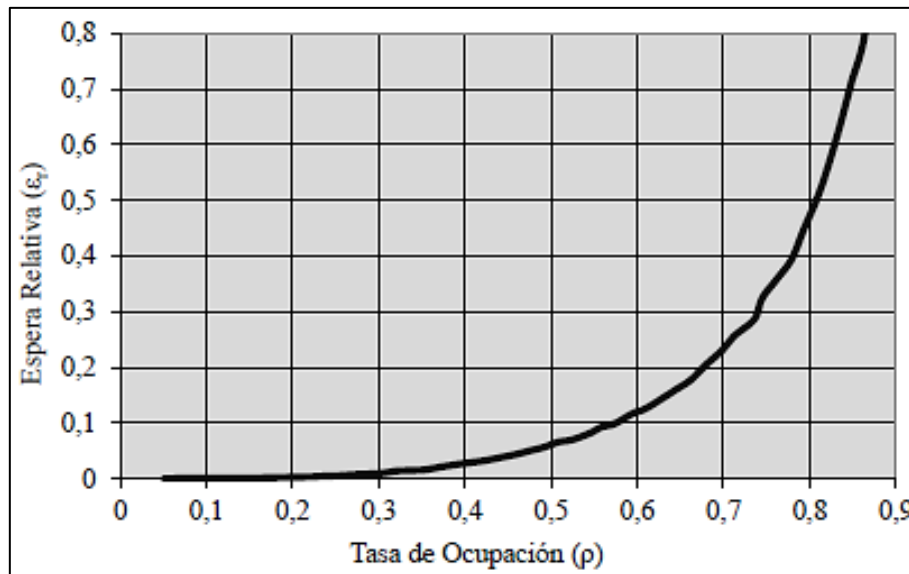


Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

Como se puede observar en la Gráfica 30, para una misma espera relativa, en terminales que siguen una distribución de llegadas $E_K/E_K/n$, la tasa de ocupación tanto para $n=1, 2$, o 3 atraques es mayor que para terminales que sigan una distribución $M/E_K/n$. Esto se debe a que las terminales dedicadas atienden a un tráfico con escalas muy programadas. Además, como resulta lógico, a mayor espera relativa (T_e/T_s), mayores tasas de ocupación se alcanzan en la terminal.

La curva que relaciona Φ con ε (T_e/T_s), es la llamada curva característica de la congestión, en la que como vemos en la Gráfica 31, existe una asíntota cuando nos aproximamos a la saturación de la terminal ($\Phi = 1$), donde Φ es una medida del aprovechamiento de la terminal y ε es una medida de la congestión. Una disminución en la tasa de ocupación (Φ) y por consiguiente una disminución en la espera relativa (ε), mejorará el nivel de servicio de la terminal. Si aumentamos la productividad (P), aumentando el número de grúas o mejorando sus características, podrá disminuir el tiempo de servicio (t_s), disminuyendo también la tasa de ocupación de la línea de atraque (Φ) y, por lo tanto, la espera relativa (ε).

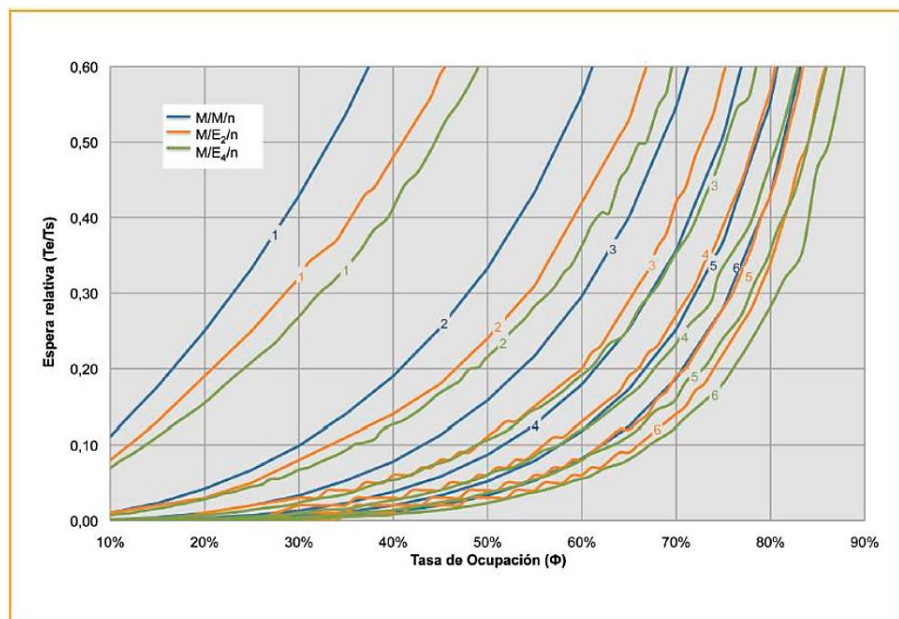
Gráfica 31. Curva característica de la congestión



Fuente: (Aguilar Herrando, 2018)

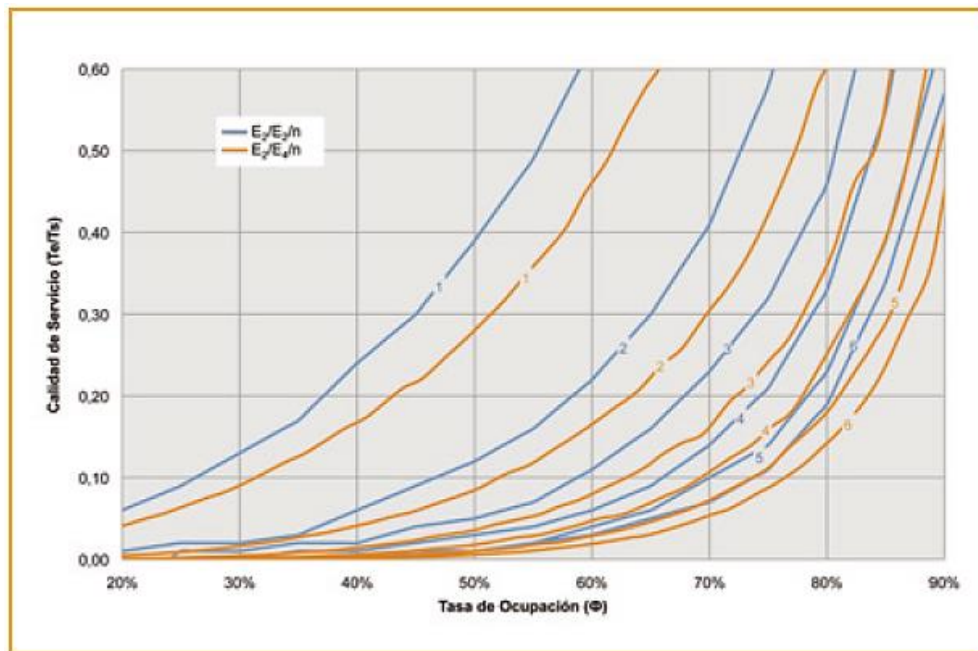
En las Gráfica 31 y Gráfica 32, se exponen las curvas tanto para terminales con distribución de llegadas $M/E_K/n$ como para las que siguen la distribución $E_K/E_K/n$, de 1 hasta 6 atraques.

Gráfica 32. Correspondencia de las tasas de ocupación y la espera relativa de los sistemas $M/M/n$, $M/E_2/n$ y $M/E_4/n$ de 1 a 6 atraques



Fuente: Fundación Valenciaport a partir de datos de UNCTAD (1984), Agerschou (2004) y Aguilar y Obrer-Marco (2008)

Gráfica 33. Correspondencia de las tasas de ocupación y la espera relativa de los sistemas $E_2/E_2/n$ y $E_2/E_4/n$ de 1 a 6 atraques



Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

Por último, en la Tabla 21 se resumen las recomendaciones de las tasas de ocupación admisibles en función del número de atraques, la espera relativa y la distribución de llegadas y de tiempos de servicios en las terminales de contenedores.

Tabla 21. Recomendaciones para la tasa de ocupación admisible (Φ) en función del número de atraques y del sistema para terminales de contenedores ($T_e/T_s=0,05$; $T_e/T_s=0,10$ y $T_e/T_s=0,20$)

Nº de atraques (n)	Tasa de ocupación admisible Φ (%)								
	$T_e/T_s = 0,05$			$T_e/T_s = 0,10$			$T_e/T_s = 0,20$		
	M/ E_s/n	M/ E_v/n	$E_s/E_v/n$	M/ E_s/n	M/ E_v/n	$E_s/E_v/n$	M/ E_s/n	M/ E_v/n	$E_s/E_v/n$
1	< 5	7	22	12	14	31	21	24	43
2	25	27	43	33	36	53	47	49	63
3	38	39	53	49	49	63	60	61	72
4	47	47	61	56	57	70	66	68	78
5	53	54	66	62	63	73	71	73	81
6 o más	57	58	69	66	67	77	74	76	84

Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

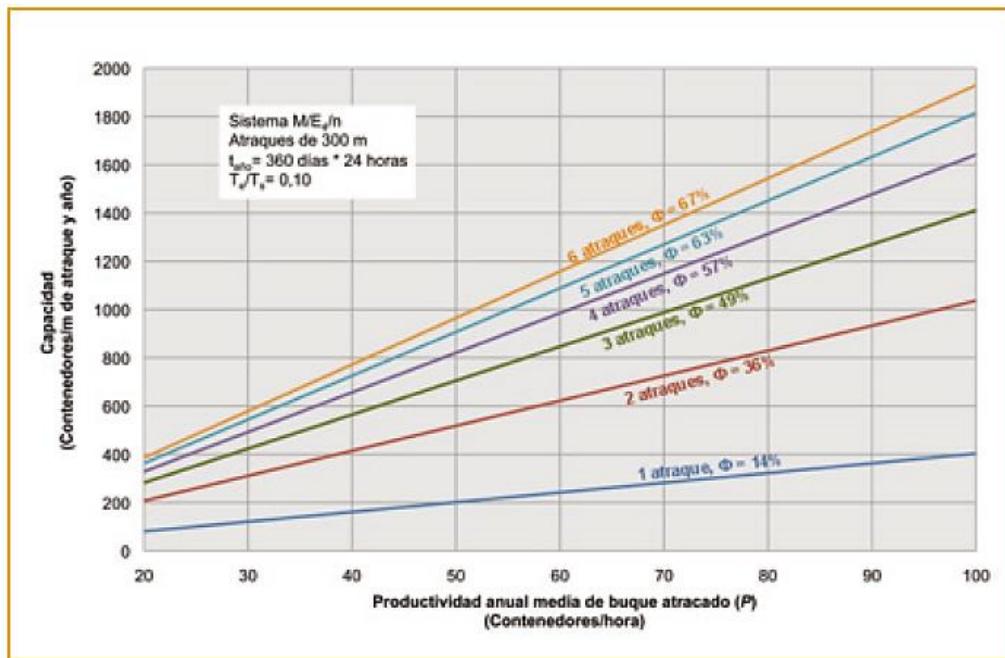
Por otro lado, para el cálculo de $T_{año}$, hay que tener en cuenta los días que opera el puerto y las condiciones climáticas.

Por último, la **productividad anual media del buque atracado (P)**, es el cociente entre la producción anual de mercancías a manipular, expresada en movimientos de contenedores, y la suma de los tiempos brutos de atraque estimados. Este factor dependerá del número y prestaciones de los equipos empleados, de su productividad y de los tiempos muertos. Si, por el contrario, la productividad estuviera calculada sobre los tiempos netos de atraque, ésta resultaría mayor al dividir la producción (tráfico) por una suma de tiempos menores.

La productividad anual media de buque atracado dependerá del número medio de movimientos (contenedores) de las escalas, de manera que, a mayor tamaño de la escala, la productividad alcanzable y requerida es mayor, tal y como se muestra en la Tabla 15. Mayor número de movimientos posibilita el empleo de más grúas simultáneamente, con el objeto de minimizar el tiempo de estancia del buque operando en el atraque. En España se estima un valor de 25 mov/h de media para unas grúas sin sistema *double trolley*.

En el gráfico que se muestra a continuación, se representan un ejemplo de las distintas capacidades de la terminal, en número de contenedores por metro de línea de atraque, en función de la productividad de buque atracado y del número de atraques, para atraques de 300 metros cada uno, y para el caso de una espera relativa de 0,10 en terminales con sistemas M/E₄/n. Por lo tanto, para obtener la capacidad de atraque en TEU por metro de atraque hay que aplicar el factor de conversión, el cual, si se supone que existe una proporción del 50% de contenedores de 40 pies, el factor buscado sería de 1,5. Si el porcentaje de contenedores de 40 pies fuera mayor, el ratio sería más alto.

Gráfica 34. Capacidad anual por línea de atraque de un sistema M/E₄/n y espera relativa de 0,1 para atraques de 300 m.



Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

Otra conclusión que se puede hallar de la tabla anterior es que el número de atraques no influye de manera proporcional a la capacidad de la línea de atraque.

Por último, la tabla siguiente resume las distintas capacidades por línea de ataque en función del tipo de tráfico, productividad del buque atracado, el número de atraques y la espera relativa.

Tabla 22. Capacidad anual por metro de línea de atraque en función del tipo de tráfico, de la productividad de buque atracado y del número de atraques, para atraques de 300 metros.

Sistema y Caracterización del tráfico	Productividad anual media buque atracado (P) (cont./h)	CAPACIDAD POR LÍNEA DE ATRAQUE - TERMINAL CONTENEDORES (Contenedores / metro línea de atraque y año) Longitud de cada de atraque= 300 m; $t_{ano} = 8.640$ h Espera relativa: $T_v/T_s = 0,05 - 0,10 - 0,20$					
		1	2	3	4	5	6
E/E _n /n Escalas muy programadas	80	505 - 710 - 990	990 - 1.220 - 1.450	1.220 - 1.450 - 1.655	1.405 - 1.610 - 1.795	1.520 - 1.680 - 1.865	1.590 - 1.770 - 1.930
	70	440 - 625 - 865	865 - 1.065 - 1.270	1.065 - 1.270 - 1.450	1.230 - 1.410 - 1.570	1.330 - 1.470 - 1.630	1.390 - 1.550 - 1.690
	60	380 - 535 - 740	740 - 915 - 1.085	915 - 1.085 - 1.240	1.050 - 1.210 - 1.345	1.140 - 1.260 - 1.400	1.190 - 1.330 - 1.450
	50	315 - 445 - 615	615 - 760 - 905	760 - 905 - 1.035	875 - 1.005 - 1.120	950 - 1.050 - 1.165	990 - 1.105 - 1.210
M/E /n Legadas aleatorias	70	140 - 280 - 480	540 - 725 - 985	785 - 985 - 1.230	945 - 1.145 - 1.370	1.085 - 1.270 - 1.470	1.165 - 1.350 - 1.530
	60	120 - 240 - 415	465 - 620 - 845	670 - 845 - 1.050	810 - 985 - 1.175	930 - 1.085 - 1.260	1.000 - 1.155 - 1.310
	50	100 - 200 - 345	385 - 515 - 705	560 - 705 - 875	675 - 820 - 975	775 - 905 - 1.050	835 - 965 - 1.090
	40	80 - 160 - 275	310 - 415 - 560	445 - 560 - 700	540 - 655 - 780	620 - 725 - 840	665 - 770 - 875
Nº Atraques (n)		1	2	3	4	5	6

Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

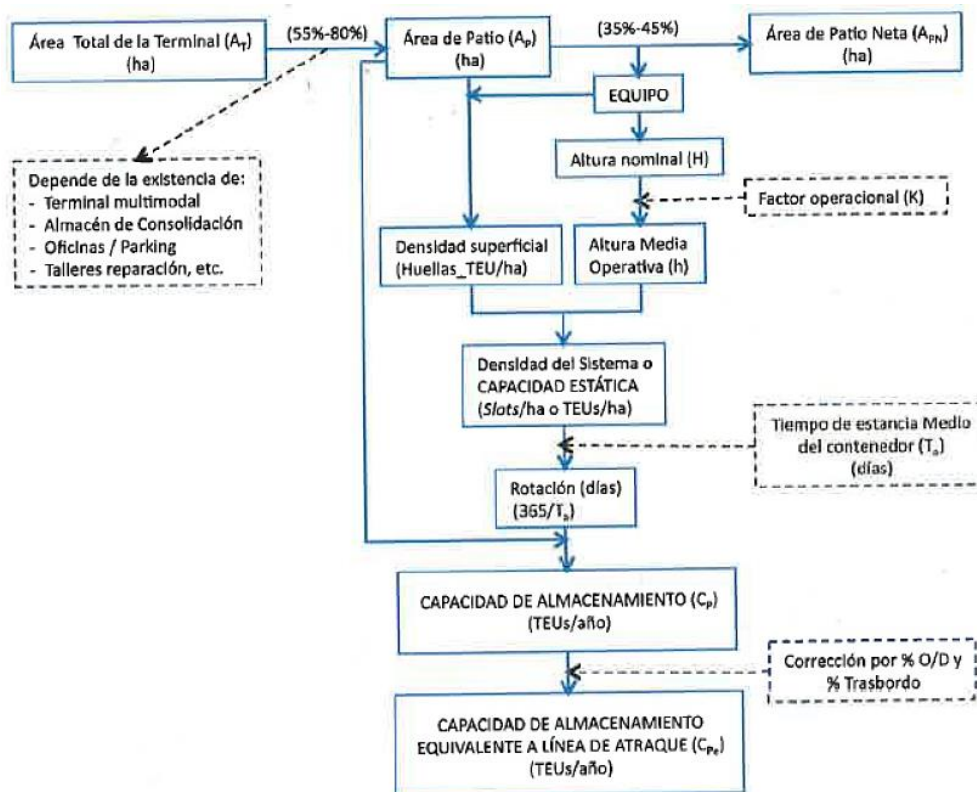
6.4.3. Capacidad del subsistema de almacenamiento

La capacidad en el subsistema de almacenamiento depende de múltiples factores como lo son:

- La forma de presentación de las mercancías
- La densidad superficial y productividad del sistema de almacenamiento
- La altura de apilado
- Los tiempos de estancia de las mercancías en la terminal (rotación)
- La estacionalidad (picos y valles) del tráfico
- La forma y dimensión en planta de la terminal
- La gestión del patio (en particular, el nivel de desarrollo del TOS)

En la Ilustración 99 se observan las relaciones entre los distintos elementos determinantes a tener en cuenta para el cálculo de la capacidad de almacenamiento en las terminales de contenedores.

Ilustración 99. Capacidad de almacenamiento de las terminales de contenedores



Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

Tal y como establece la ROM 2.1 (Puertos del Estado, 2011), la fórmula genérica de la capacidad por superficie se define como:

$$C_{pi} = \frac{A_i \times h_i \times 365 \times g_0 \times \alpha_0}{T_a \times s_i} \quad (16)$$

Donde,

C_{pi} : capacidad anual de almacenamiento correspondiente al tipo de tráfico (en toneladas, TEU, unidades por año). Los tráficos de transbordo solo se computan una vez.

A_i : área de almacenamiento correspondiente al tipo de tráfico i (en m^2 o ha)

h_i : factor de apilamiento, definido como el cociente entre la altura operativa media de apilado y la máxima alcanzable, según el tipo de tráfico i . Cuanto mayor sea este factor, mayor será el número de movimientos improductivos.

g_0 : factor de ocupación o factor punta. Considera la distribución no uniforme de las llegadas y salidas de las mercancías a lo largo del año y la frecuencia aceptable de saturación del área. Se puede adoptar un valor de 0,80 a falta de datos.

α_0 : coeficiente de almacenamiento neto. Se define como el porcentaje del área de almacenamiento y servicios auxiliares destinada al depósito de las mercancías, incluyendo viales interiores, respecto del total.

T_a : es el tiempo medio de tránsito o estancia de la mercancía en el área de almacenamiento. Este factor depende del tipo de tráfico, de si se trata de un área de depósito temporal o como reserva estratégica, así como de las condiciones locales de emplazamiento.

s_i : superficie unitaria bruta requerida (en m^2 o ha) por el tráfico de tipo i por tonelada, contenedores, TEU o unidad, considerando el área de almacenamiento neto, es decir, incluyendo los viales interiores. Este factor depende de diversos factores, así como del tipo de tráfico (Ro-Ro, mercancía general no contenedorizada y graneles sólidos o mercancía contenedorizada).

Si particularizamos a una terminal de contenedores, como es el objeto de estudio de este proyecto, la formulación anterior queda de la siguiente forma:

$$C_p = N^{\circ} \text{ huellas}_{TEU} \times h \times \frac{365}{T_a} \quad (17)$$

Donde,

C_p : es la capacidad anual de almacenamiento de la terminal (TEU anuales)

$N^{\circ} \text{ huellas}_{TEU}$: número de *slots* marcados en tierra de capacidad en TEU que puede albergar la terminal. Se asume como slot un rectángulo de $15 m^2$ (2,5 x 7 metros)

h : es la altura operativa media de apilado

T_a : es el tiempo de estancia medio de los contenedores en el área de almacenamiento (días)

$\frac{365}{T_a}$: N.º medio de rotaciones anuales

Además, expresando la altura operativa media de apilado, como la multiplicación entre la altura máxima de apilado (H) y el factor operacional (K) resulta:

$$C_p = N^{\circ} \text{ huellas}_{TEU} \times H \times \frac{365}{T_a} \times K \quad (18)$$



El factor operacional K minorará la altura máxima de apilado con el objeto de conseguir condiciones operativas y no realizar excesivos movimientos del contenedor. Según Wieschemann y Rijsenbrij, 2004, este factor varía entre 0,55 y 0,70.

Tanto la altura como el tiempo de estancia de los contenedores, pueden tener distintos valores en función del tráfico: para contenedores vacíos, más altura y estancias más largas; para contenedores de importación o exportación igual altura, pero diferente tiempo de estancia en el patio... Por todo esto, la fórmula para el cálculo de la capacidad se puede personalizar según el tráfico de la terminal. En la fórmula siguiente se diferencia entre los contenedores llenos o vacíos, de tal modo que:

$$C_p = N^{\circ} \text{ huellas}_{TEU} \times 365 \times (\% \text{ llenos} \times \frac{H_{Li} \times K_{Li}}{T_{Li}} + \% \text{ vacíos} \times \frac{H_v \times K_v}{T_v}) \quad (19)$$

Donde,

H_{Li} : es la altura nominal de apilado de los contenedores llenos

K_{Li} : es el factor operacional para contenedores llenos

T_{Li} : es el tiempo de estancia medio de los contenedores llenos

H_v : es la altura nominal de apilado de los contenedores vacíos

K_v : es el tiempo de estancia medio de los contenedores vacíos

T_v : es el tiempo de estancia medio de los contenedores vacíos

Para poder comparar la capacidad anual de almacenamiento con la capacidad anual de la terminal en la línea de atraque, hay que utilizar la siguiente relación, ya que en la capacidad por línea de atraque se contabiliza por dos los contenedores de trasbordo:

$$C_{p \text{ eq } LA} = K_{PTB} \times C_p = \frac{200}{2 \times \% O/D + \% TB} \times C_p \quad (20)$$

Donde,

$C_{p \text{ eq } LA}$: capacidad anual de almacenamiento equivalente a capacidad anual por línea de atraque

K_{PTB} : coeficiente de transformación de contenedores de patio en contenedores equivalentes de línea de atraque

$\% O/D$: porcentaje de tráfico de origen/destino terrestre sobre el tráfico de la terminal

$\% TB$: porcentaje de tráfico de trasbordo sobre el tráfico total

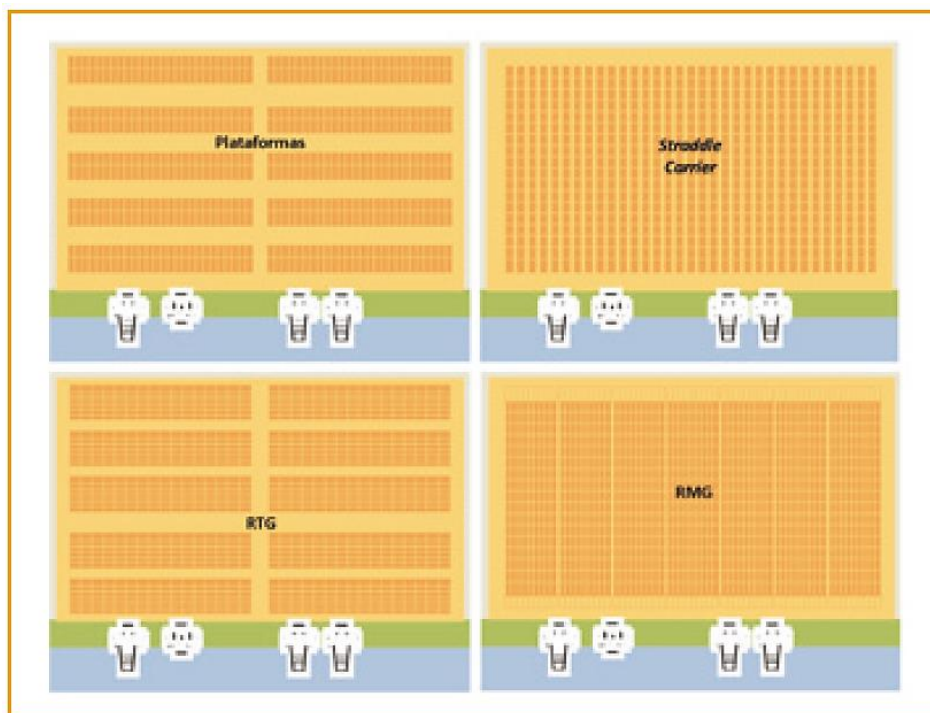
Entre los factores que afectan a la capacidad en el área de almacenamiento destacan: la densidad superficial de almacenamiento o de patio, la altura operativa media de apilado y el tiempo de estancia de la mercancía en la terminal. Un aumento de la altura de apilado, una

reducción de los tiempos de estancia de la carga o una reestructuración de la terminal (ampliando su superficie), aumentarían la capacidad de almacenamiento de la terminal.

La **densidad superficial** es el resultado de dividir el número de huellas entre el área de patio. Según el sistema de almacenamiento que utilice la terminal, la distribución de las huellas, pasillos, viales, la geometría del patio y su distribución variarán, tal y como se muestran en la Ilustración 100.

Generalmente, en el patio se definirán distintas zonas según el contenedor. Se podrá organizar áreas para contenedores de importación, exportación y vacíos; por otro lado, para contenedores que necesiten conexión frigorífica; para los contenedores de carga/descarga para el tren...

Ilustración 100. Distintas configuraciones del área de almacenamiento según la tipología de la terminal



Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

En la Tabla 23 aparecen las densidades superficiales de almacenamiento en función del tipo de maquinaria disponible en el patio, según varios autores. Respecto a la última línea de la tabla, correspondiente a terminales internacionales, ha sido elaborado por la fundación Valenciaport.

Tabla 23. Densidad superficial según autor y equipo de almacenamiento

Autor	Densidad superficial (huellas_TEU/hectárea de patio)				
	Carretilla	Reachstacker	SC	RTG	RMG
Wieschmann (2004)	-	258	265	286	384
Kuznetsov (2008)	130	200	270	330	
OPPE (2006)	238	-	278	385	
Terminales Internacionales*	-	201 - 276	283-291	261 - 372	

Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

A modo de ejemplo, en la siguiente tabla, se muestran valores orientativos aportados por Wieschemann y Rijsenbrij (2004), según los distintos sistemas de almacenamiento.

Tabla 24. Valores de la capacidad estática de almacenamiento del patio de contenedores según el equipo

	Densidad superficial de patio (h_TEU/ha)	Altura máxima de apilado	Capacidad absoluta máxima (TEU/ha)	Factor operacional K (%)	Picos máximos de ocupación recomendados (%)	Media de capacidad (TEU/ha)	Capacidad en los picos (TEU/ha)	Capacidad estática de patio (TEUs/ha)
Reachstacker, bloques de 3 de ancho / 3 de alto	258	3	774	55	85	426	658	425
Straddle carrier 3 de alto (1 sobre 3) Espacio por fila contenedores: 4,1 m	265	3	795	60	80	477	636	475
RTG 6-ancho (1 sobre 4)	268	4	1.072	60	75	643	804	650
RTG 7-ancho (1 sobre 5)	286	5	1.430	55	75	787	1.073	800
RMG 9-ancho (1 sobre 4) Transferencia en las cabeceras de la pila	384	4	1.536	70	85	1.075	1.306	1.075
RMG 12-ancho (1 sobre 6) Transferencia en el lateral de la pila	291	6	1.746	60	85	1.048	1.484	1.050
WSG 18-ancho (1 sobre 5) + Buffers al lado de 3-ancho / 3-alturas	337	5	1.685	65	85	1.095	1.432	1.095
OBC 9-ancho o MT 10-ancho (1 sobre 4) Transferencia en las cabeceras de la pila	432	4	1.728	70	85	1.210	1.469	1.200
MT-stacker (8 profundo / 7 alturas)	375	7	2.625	65	90	1.706	2.363	1.700

Fuente: (Monfort, y otros, 2011) adaptado de Wieschemann y Rijsenbrij (2004)

Dependiendo del autor y el tipo de terminal, los valores de la densidad superficial del patio de almacenamiento pueden tener cierta variación, según el área que han tenido en cuenta en los indicadores vistos anteriormente.

En segundo lugar, **la altura operativa media de apilado**, es el resultado de aplicar a la altura máxima de apilado un factor operacional que minora la altura máxima con el objeto de operar de la forma más eficiente posible, reduciendo el número de remociones innecesarias de la mercancía. La altura máxima dependerá de los equipos disponibles en el patio. En la Tabla 24, aparecen valores tanto de altura máxima como para el factor operacional, de acuerdo a Wieschemann y Rijsenbrij (2004).

En la Tabla 25, se observan valores recomendados de la densidad del sistema para cada tipo de almacenamiento (teniendo en cuenta la altura máxima de apilado), según diversos autores.

Tabla 25. Densidad del sistema, internalizando la altura de apilado, según autor y tipo de almacenamiento

		Carretilla (3+1) RS (3+1)	SC (3+1)	RTG (6;4+1)	RTG (7;5+1)	RMG (9;4+1)	RMG (12; 6+1)
Gilman (1982)	Operacional	315	465	675			
	En punta						
UNCTAD (1985)	Operacional		500				
	En punta			667	1.000		
Rodríguez (1985)	Operacional	288-360	411-514		800		
	En punta	540	771		1500		
Thorensen (2003)	Operacional	417					
	En punta		625	1000	1.428	1.250	
Henesey (2004)	Operacional		500				
	En punta			833		1250	
Wiesche- mann y Rijssenbrij (2004)	Operacional	425	475	650	800	1.075	1.050
	En punta	658	636	804	1.073	1.306	1.484
González- Herrero et al. (2006)	Operacional	417					
	En punta		625	1000		1250	
Saanen (2007)	Operacional						
	En punta	540	675	800	1.000	1.300	1.500
Koch (2008)	Operacional				861		
	En punta						
FV (2011)	Operacional	360-470	480-595	625-720	800-855	955-1.205	
	En punta						

Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

Por último, el **tiempo de estancia** de la mercancía en la terminal. Este factor es inversamente proporcional a la capacidad, por lo tanto, si el tiempo medio de estancia de un contenedor aumenta, la capacidad del patio disminuirá. El tiempo de la estancia de un contenedor en la terminal, dependerá de la función del puerto, del tipo de contenedor y del medio de transporte mediante el que entra o sale del puerto. Según (Monfort, y otros, 2011), tras consultar a algunos operadores de terminales de contenedores, los tiempos medios de estancia por tipo de contenedor son los siguientes:

- Exportación lleno: 5-9 días
- Exportación vacío: 12-14 días
- Importación lleno: 8-10 días
- Importación vacío: 15-20 días
- Traslado lleno: 4-7 días
- Traslado vacío: 20 días

En la Tabla 26, (Monfort, y otros, 2011) hacen unas recomendaciones sobre la densidad superficial, la altura operativa media de apilado y la capacidad estática de la terminal según el tipo de maquinaria de almacenamiento disponible en la terminal.

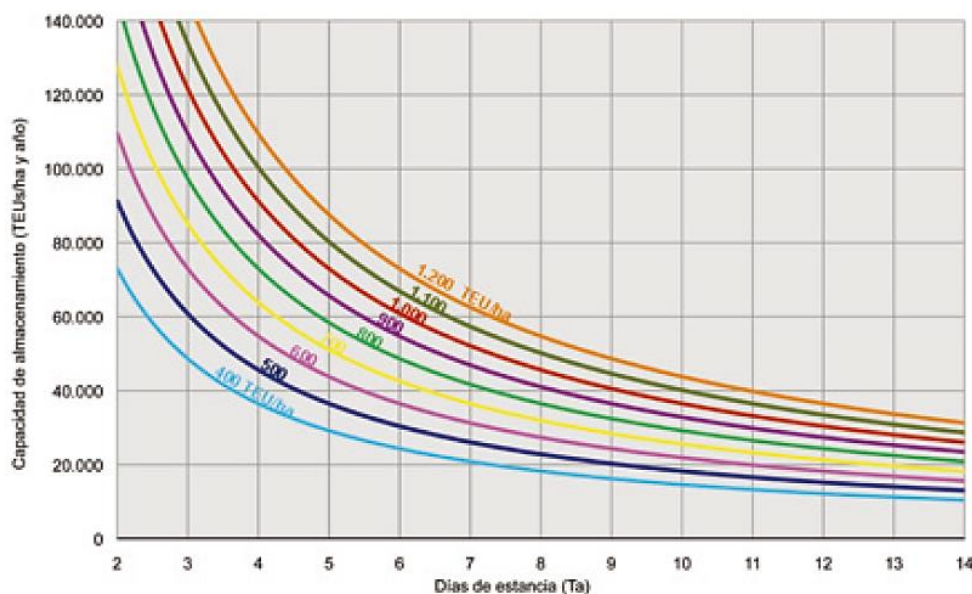
Tabla 26. Densidad superficial, altura operativa media de apilado y capacidad estática de las terminales de contenedores según el tipo de equipo de almacenamiento

Equipo (anchura; altura nominal de apilado)	Densidad Superficial (Huellas TEU/ha)	Altura operativa media (h)	Densidad del sistema o Capacidad Estática (TEUs/ha)
Plataforma/Chasis	150 - 250	1,00	150 - 250
Carretilla (-; 3)	130 - 190	1,80	235 - 345
Reachstacker (-; 3)	200 - 260	1,80	360 - 470
SC (-; 3+1)	265 - 290	1,80	480 - 525
RTG (6; 4+1)	260 - 300	2,40	625 - 720
RTG (7; 5+1)	290 - 310	2,75	800 - 855
RTG (8; 5+1)	300 - 350	2,75	825 - 965
RMG (9; 4+1)	340 - 430	2,80	955 - 1.205

Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

Tras hallar la capacidad estática del patio de almacenamiento, la capacidad anual dependerá de los días que la mercancía esté en la terminal, tal y como se muestran en la Gráfica 35 y Gráfica 36. En primer lugar, en la Gráfica 35, a partir de la capacidad estática de almacenamiento para cada uno de los equipos elegidos, teniendo en cuenta el tiempo de espera en la terminal, se halla cuál es la capacidad anual por hectárea de cada uno de los equipos. Posteriormente, se multiplica la capacidad unitaria por hectárea por la superficie de patio (A_p) y por el KPTB correspondiente (si hubiera tráfico de transbordo). De esta forma se obtiene la Capacidad de almacenamiento.

Gráfica 35. Capacidad anual de almacenamiento (TEU/ha año) en función de la densidad de almacenamiento y de los días de estancia.

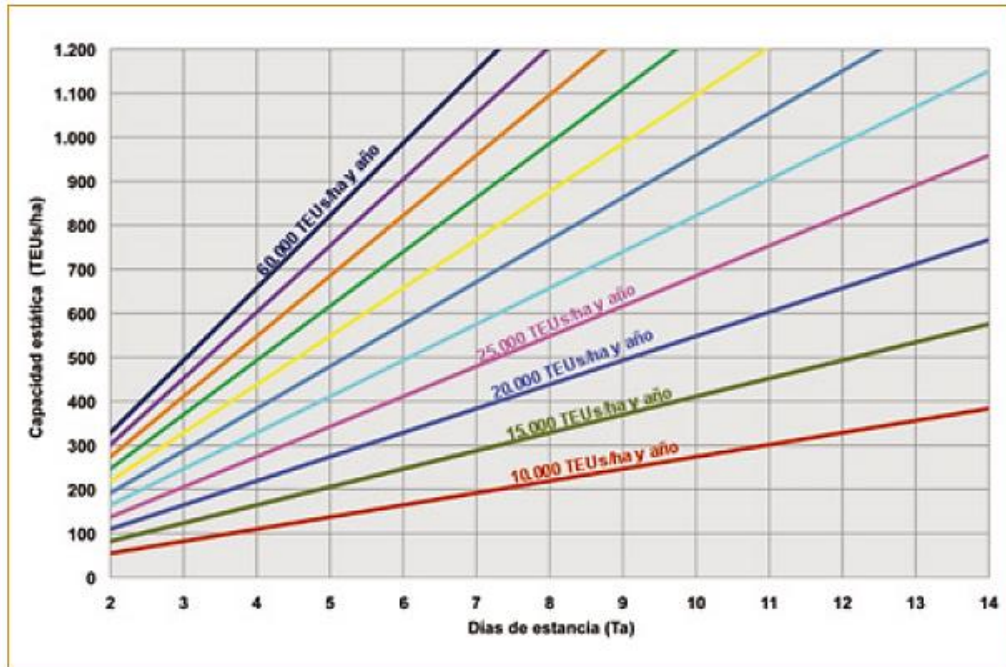


Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

Por otro lado, se puede plantear el problema al revés, calculando la necesidad de capacidad para a continuación elegir qué equipos de patio pueden satisfacerla. Una vez se determinan los días de estancia de los contenedores en la terminal y se calcula cuál es la necesidad de capacidad anual unitaria por hectárea a partir del tráfico previsto para el año fin de la concesión, se corrige

mediante el KPTB y se obtiene la capacidad estática mínima que el equipo de patio proporciona (Gráfica 36).

Gráfica 36. Capacidad estática del equipo de patio como resultado de las necesidades de capacidad anual y de los días de estancia.



Fuente: (Monfort, y otros, 2011)

Finalmente, es necesario plantear una serie de posibles escenarios de desarrollo de la terminal, como que el tráfico pudiera crecer más de lo previsto o que el porcentaje de transbordo se viese reducido o aumentara. Por ello, para evitar que ante un cambio de las condiciones de la demanda el subsistema de almacenamiento pueda convertirse en el limitante de la capacidad de la terminal, es recomendable elegir el equipo de patio con el que se obtenga una capacidad de almacenamiento más próxima a la capacidad por línea de atraque (Monfort, y otros, 2011).

7. Diseño técnico de la terminal

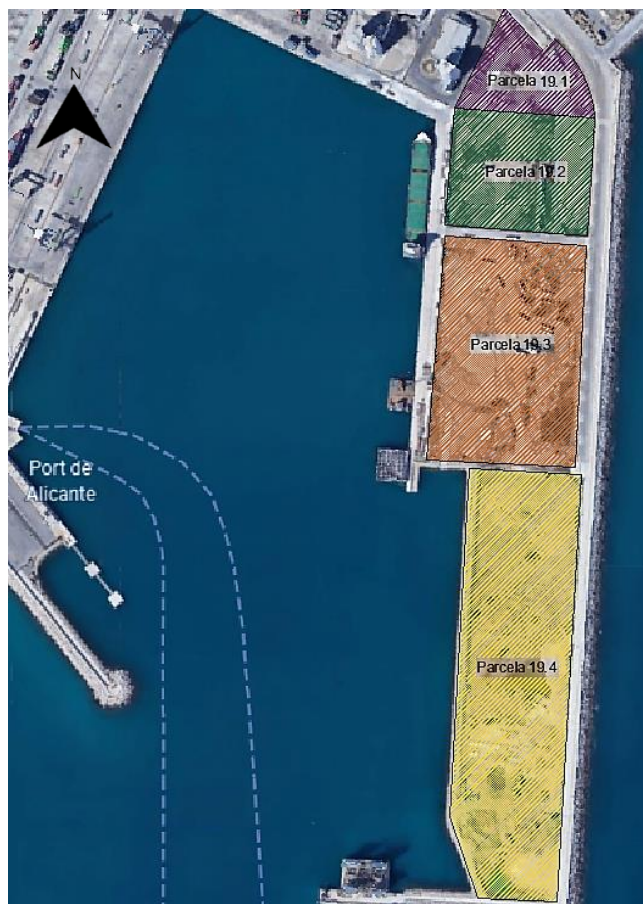
En el presente apartado se procede a explicar con detalle todo lo relativo a la nueva terminal de contenedores automatizada propuesta en este trabajo. Se plantean las diferentes alternativas de diseño que se han valorado, tanto por geometría de la terminal como por condiciones relativas a la dársena, la explicación de los distintos subsistemas y la elección de la maquinaria para conseguir la automatización de la terminal, así como el trazado viario y ferroviario y la obra civil necesaria para asentar dicha terminal. Por último, se analizará cómo las distintas elecciones que se han llevado a cabo, han sido orientadas a la eficiencia operativa y a la reducción de las emisiones de CO₂ tan presentes en el entorno portuario.

7.1 Alternativas de distribución en planta del Muelle 19

Con el objeto de optimizar al máximo la superficie del Muelle 19 como terminal de contenedores, a continuación, se presentan distintas alternativas de distribución en planta atendiendo a dos fases de desarrollo.

Previamente, es importante conocer la utilización que actualmente tiene cada parcela del Muelle 19.

Ilustración 101. Distribución de parcelas en Muelle 19 del Puerto de Alicante.



Fuente: Google Earth



Comenzando de Norte a Sur del Muelle 19:

- Parcela 19.1 (lila). Esta parcela actualmente no está desarrollada y solo se utiliza como zona de acopio. Sí tiene un desarrollo previsto, correspondiente a la instalación de depósitos para la importación de Diésel para el mercado de Levante a cargo de la empresa XC-Business 90. Actualmente, está paralizado el proceso de concesión.
- Parcela 19.2 (verde). El desarrollo de esta parcela ha formado parte del proyecto de ampliación de la terminal de TMS que se ha realizado en 2020. Consistió en el acondicionamiento y pavimentación de la parcela, con el objeto de servir de acopio para la mercancía rodada que se carga o descarga de los buques RORO, que atracan en el tación situado en la esquina entre los Muelles 19 y 21, también construido ese año, o del tren, situado al Este de la parcela.
- Parcela 19.3 (naranja). Esta parcela no está desarrollada en la actualidad, pero sirve como acopio de plataformas o contenedores que ya no se utilizan. Existen posibles desarrollos que se plantea TMS en un futuro y que variarán en función del volumen de tráfico. El primero sería la pavimentación para servir también de acopio de material rodado y el segundo sería la utilización como terminal de contenedores, junto con la parcela situada al sur. Es importante resaltar, que las vías del tren llegan hasta el final de esta parcela.
- Parcela 19.4 (amarillo). Parcela propiedad de la Autoridad Portuaria de Alicante (APA). Como se observa en la imagen, la alineación de esta parcela no está finalizada. Para su explotación, es necesario cerrar la alineación mediante la construcción de los cajones y finalizar el relleno, así como que la APA concesione también esta parcela a TMS para su explotación.
- Por último, en cuanto a las estructuras flotantes que se observan en la alineación del Muelle 19, corresponden a dos cajoneros, uno propiedad de SATO, que fue el encargado de construir los cajones instalados en toda la dársena sur, y el situado más al sur, propiedad de Acciona, el cajonero Mar de Enol. Por otro lado, también se encuentra amarrado un cajón, propiedad de SATO, que estaba previsto que sirviera de cimentación de una torre eólica offshore, pero que finalmente, por diversos problemas en su ejecución, ha quedado inutilizado y sin un futuro prometedor.

Una vez se conoce el uso que tiene actualmente cada parcela del Muelle 19, se plantean dos fases de desarrollo:

La **Fase principal de explotación del Muelle 19** como terminal de contenedores (ver plano 3 de Anexos), comenzaría con las parcelas 19.3, parcela bajo la concesión de TMS y la parcela propiedad de la APA. Como se ha comentado anteriormente, la utilización de esta última parcela requeriría que fuera también parte de la concesión a TMS y la finalización de la obra civil necesaria. A continuación, se exponen las características más importantes del desarrollo de esta fase principal:

— Vía ferroviaria.

Este es el punto inicial y el que condiciona el resto de elementos de la terminal, ya que marca, además, dónde se situaría la puerta de entrada a la terminal. Actualmente, las vías ferroviarias llegan hasta el final de la parcela 19.3. Por lo que se plantea la posibilidad de prolongarlas lo máximo posible hacia el sur, para que se pueda utilizar de puerta ferroviaria para las cargas y descargas de los buques que atraquen en el Muelle 19 o de no prolongarlas y limitar el tren a la



carga/descarga de mercancía para los buques del Muelle 23 y para el tráfico RORO. La ventaja principal de la prolongación de la vía hacia la parcela de la APA, es que permitiría trabajar con dos trenes de forma simultánea, ya que la longitud de las composiciones que actualmente llegan al puerto, son de aproximadamente 500 metros. Como contrapartida, se reduce el área del patio de almacenamiento, ya que, además de las vías ferroviarias hay que disponer de andén que delimite el área para la carga y descarga de los contenedores. Por otro lado, aunque existen terminales portuarias en las que los camiones exteriores deben cruzar las vías del tren para acceder a la terminal, como es el caso de la propia terminal de TMS en la actualidad, se ha decidido evitar esta situación, instalando la puerta de entrada a la terminal lo más hacia el sur posible. Intersecar las vías de dos tipos de tráfico, puede producir retenciones en la entrada y salida de las puertas de la terminal, ya que cuando el tren se aproxima, la policía portuaria corta el tráfico hasta que el tren haya sobrepasado dicha área. Además, un fallo técnico del propio tren, podría colapsar por completo la terminal, si se produce en el área de intersección.

— Puertas de entrada a la terminal.

Su posición depende de la situación de las vías del tren. Si se optara por no prolongarlas e incluso de eliminar la parte del trazado que atraviesa la parcela 19.3, la puerta de entrada a la terminal podría situarse justo al comienzo de la parcela. Si se decide desarrollar la vía ferroviaria y prolongarla hasta el final del Muelle 19, las puertas se situarían lo más al sur posible, con el objeto de no provocar que el tráfico de camiones cruce las vías, lo que supondría que el tráfico deba pararse antes de acceder, si el tren se encuentra entrando o saliendo de la terminal, provocando colas o que incluso, debido a posibles averías del tren, se impida por completo la entrada a la terminal. Por lo tanto, también existe la posibilidad de situarla al principio de la parcela 19.3, de modo que el tráfico cruce las vías, pero se descarta, ya que se prioriza la fluidez del tráfico y eliminar la posibilidad de provocar que el subsistema de entrada a la terminal se convierta en un cuello de botella.

— Línea de atraque.

En primer lugar, el proyecto de ampliación llevado a cabo en 2020 por TMS, contemplaba la construcción de dos rampas RORO en la esquina entre el Muelle 19 y el Muelle 21, de modo que la descarga de material rodado se pudiera realizar en ambos muelles o utilizar la rampa situada en el Muelle 19, si en el Muelle 21 se encontraba un barco cementero atracado. Por lo tanto, teniendo en cuenta que el buque tipo RORO que atracaría tiene una longitud de 209 metros, correspondiente al buque José María Entrecañales de Acciona, la longitud de línea de atraque disponible para la terminal de contenedores es de 597 m con una superficie bruta de 145,826 m² y un ancho de 202 metros, incluyendo viales de entrada a la terminal.

La **Fase secundaria de explotación del Muelle 19** (ver plano 6 de Anexos) tiene como objetivo principal, aumentar el área de almacenamiento, ya que la peor característica del Muelle 19 es el ancho disponible, limitado por el espaldón del dique. Este segundo desarrollo no implicaría cambios en las vías ferroviarias ni cambio de ubicación de la entrada de la terminal, que mantendría lo ejecutado en la Fase principal. Gracias a esta segunda fase se podría conseguir un área extra de almacenamiento de aproximadamente 13.000 m² más. Esta ampliación supondría utilizar aproximadamente la mitad de la parcela 19.2 y compensar casi al completo el área de acopio de la carga rodada que se elimina, con la pavimentación de parte de la parcela 19.1 situada al norte de ésta. Esta reordenación de superficie sería:

- Área parcela 19.2 (existente actualmente para acopio mercancía rodada): 20,664.23 m²
- Área parcela 19.2 modificada (para acopio mercancía rodada): 8,365 m²



- Área parcela 19.1 a pavimentar: 10,025 m²
- Área total 19.1 + 19.2 (para acopio mercancía rodada): 18,390 m²

Como contrapartida, se estaría ocupando parte de la parcela 19.1, la cual tiene como desarrollo previsto la instalación de una planta de almacenaje de combustible de la empresa XC-Business 90, aunque no aprobado aún, como ya se ha comentado.

Por otro lado, en cuanto a la línea de atraque, cabría la posibilidad de anular el uso de la rampa del Muelle 19 y que se pudiera ampliar la línea de atraque para buques portacontenedores hasta 820 metros. Esta alternativa implicaría saturar el Muelle 21, ya que atracarían tanto barcos cementeros que descargan en COLACEM y CIMSA como barcos RORO. Dado que el Muelle 21 sólo dispone de un atraque, debería planificarse muy bien ambos tráficos, para que no coincidieran, lo que en la práctica es muy difícil. Además, como se verá más adelante, la capacidad en la línea de atraque no es el subsistema limitante en la capacidad de la terminal de contenedores en el Muelle 19, por lo que, no sería necesario a priori aumentar la línea de atraque. Asimismo, como se ha considerado en el Estudio de mercado de TMS, el tráfico rodado, es uno de los que más proyección se le espera en los próximos años.

7.2 Requerimientos en alzado

En primer lugar, se define el buque tipo que está previsto que atraque en el Muelle 19, así como el máximo buque que por calado podría atracar en las instalaciones. Para ello, se ha analizado el tráfico actual de buques que opera la terminal de TMS gracias a las 2 grúas Post Panamax (y en proceso de montaje de la tercera) instaladas en el Muelle 23, con el objeto de identificar la eslora media y la eslora máxima, tal y como se muestra en la Tabla 27. Los datos del tráfico de buques han sido extraídos de la web de la Autoridad Portuaria de Alicante para el año 2020 y la eslora se ha obtenido consultando a la propia web de cada compañía o en la web de *Marine Traffic*.

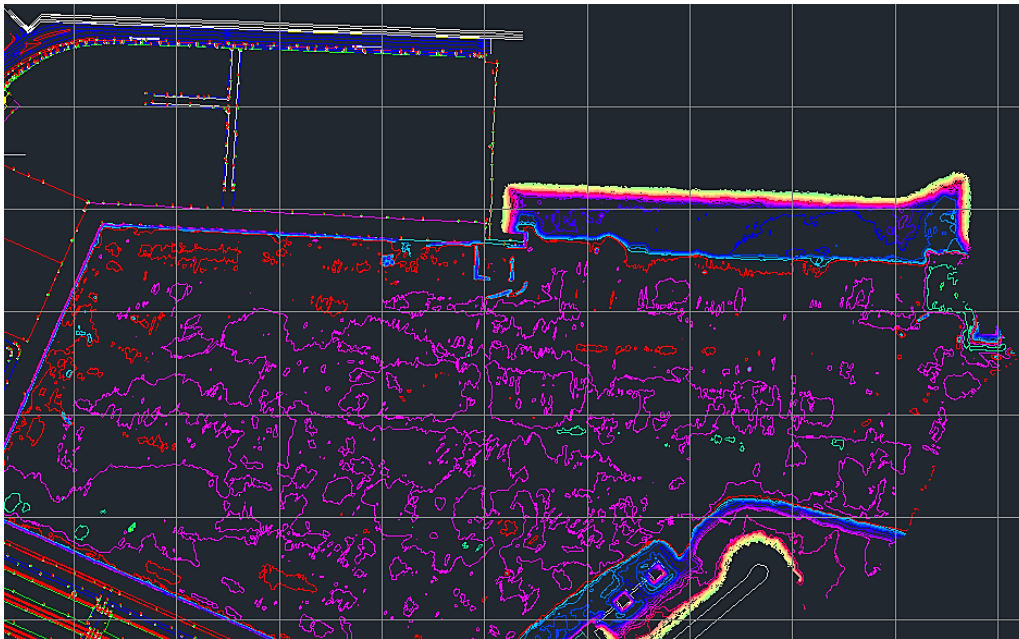
Tabla 27. Distribución de esloras para el tráfico actual de TMS

COMPAÑÍA	BUQUE	ESLORA (m)
JSV	Spica S	151
	Doris	150
	Pantonio	-
BOLUDA	Josita B	170
	Verónica B	158
	Violeta B	170
	Karin Schepers	140,6
	Alinda	-
	Charo B	151
ACL	Akhisar	-
WEC	Mistral	134,44
MSK	Andrea	134,4
	Avera	-
	Ara Atlantis	134,4
	Bf Leticia	-
	Dina Trader	-
Eslora media		149
Eslora máxima		170

Fuente: elaboración propia

Por otro lado, se define el máximo buque que podría atracar en el Muelle 19 en función del calado del mismo y de los datos batimétricos de la dársena. En la Ilustración 102 se observa la batimetría realizada en 2019. Prácticamente toda la dársena tiene una profundidad de 15 metros (líneas batimétricas rosas), aunque en la zona próxima al Muelle 19 la profundidad desciende a los 14,5 metros (líneas batimétricas rojas).

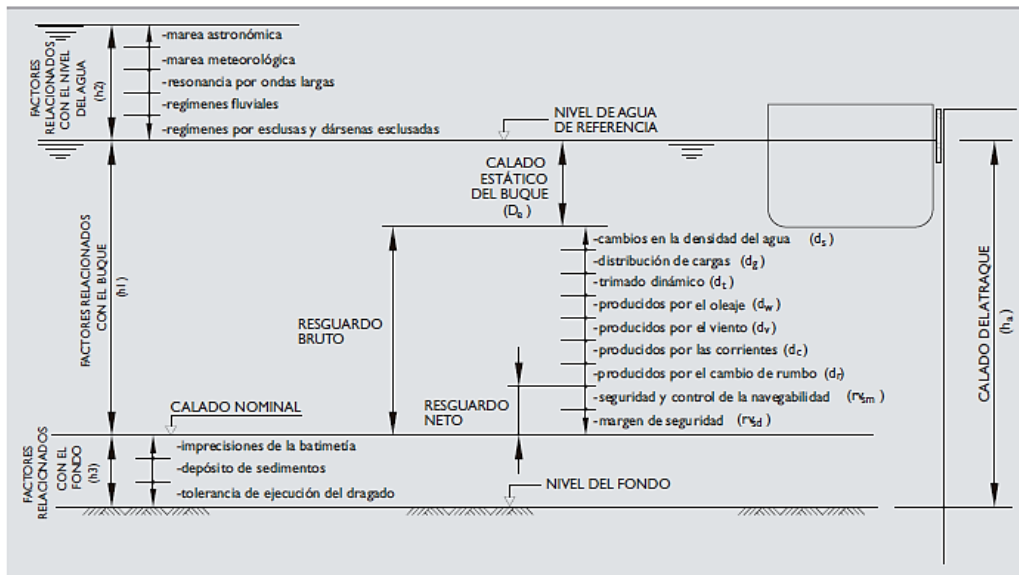
Ilustración 102. Planta Batimetría de la dársena de la terminal de TMS realizada en 2019



Fuente: Terminales Marítimas del Sureste (TMS)

Por ello, es necesario conocer el calado del atraque (h_a) disponible, tras conocer el resguardo bruto y el resguardo de seguridad por factores relacionados con el fondo (h_3).

Ilustración 103. Factores que inciden en la definición del calado en la línea de atraque



Fuente: (Puertos del Estado, 2011)

La ROM 2.0-11 propone una formulación simplificada para conocer estos datos, como la que se muestra en la Tabla 28. En este caso, la obra de atraque está situada en áreas abrigadas y los buques tienen un desplazamiento mayor a las 10.000 t.

Tabla 28. Formulación simplificada para la estimación del calado del atraque

Tabla 3.2.2.2. Formulación simplificada para la estimación del calado del atraque a partir del nivel de referencia de las aguas exteriores adoptado (Ventana de marea operativo o ventana de marea extraordinaria) ¹⁾

	BUQUE DE CALADO MÁXIMO EN LA PEOR SITUACIÓN DE CARGA DE LA FLOTA ESPERABLE EN EL ATRAQUE	h_1 ²⁾	h_3
OBRAS DE ATRAQUE SITUADAS EN ÁREAS ABRIGADAS	Buques de gran desplazamiento (≥ 10.000 t)	$1,08 D_e$	1,00 m
	Buques de desplazamiento pequeño y mediano (< 10.000 t)	$1,05 D_e$	0,75 m
OBRAS DE ATRAQUE SITUADAS EN ÁREAS POCO ABRIGADAS	Buques de gran desplazamiento (≥ 10.000 t)	$1,12 D_e$	1,00 m
	Buques de desplazamiento pequeño y mediano (< 10.000 t)	$1,10 D_e$	0,75 m
Notas			
(1) Esta formulación tiene validez siempre y cuando los valores de compatibilidad de las variables climáticas en el emplazamiento compatibles con el nivel de referencia adoptado para las aguas exteriores (ventana de marea operativa o, en su caso, extraordinaria) no den lugar a condiciones límite de permanencia del buque en el atraque clasificadas como Tipo III de acuerdo con lo dispuesto en la tabla 4.6.4.49 de esta Recomendación.			
(2) En cualquier caso el resguardo bruto mínimo ($h_1 - D_e$) debe ser de 0,50 m para obras de atraque de uso comercial, industrial y militar y de 0,30 m para obras de atraque de uso pesquero y deportivo. No obstante lo anterior, cuando se prevean socavaciones importantes causadas por la acción de las hélices, del oleaje u otras causas, el resguardo bruto mínimo habrá de aumentar hasta 1,00 m. Si se colocan elementos de protección contra dichos efectos, éstos se situarán como mínimo a 0,75 m por debajo del nivel nominal del fondo.			

Fuente: (Puertos del Estado, 2011)

Por lo tanto, el resguardo de seguridad por factores relacionados con el fondo (h_3) será de un metro y la h_1 dependerá del calado del buque estático (D_e). Según la ROM 3.1-99 en la tabla 3.1 Dimensiones medias de buques a plena carga, se observa que para buques portacontenedores Post Panamax de 267 m de eslora, el calado estático es de 12.5 m. Por lo tanto, el buque de mayor eslora que podría atracar en la nueva terminal de contenedores del puerto de Alicante.

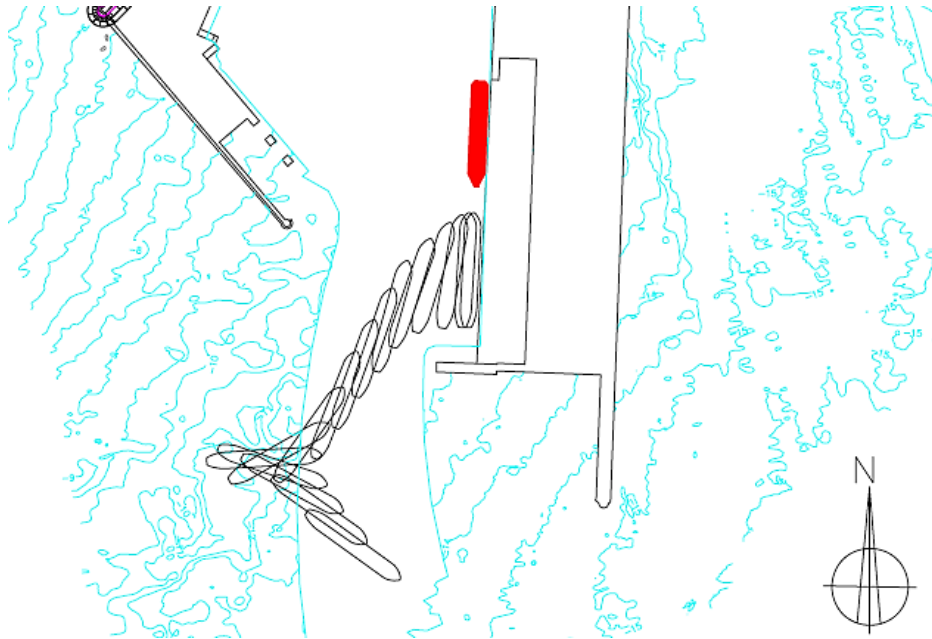
Tabla 29. Datos del buque tipo de mayor eslora que podría atracar en Muelle 19

Formulación simplificada de acuerdo a la ROM 3.1-99 y ROM 2.0-11	
Obra abrigada	
Buques de gran desplazamiento (>10.000 t)	
Calado del atraque disponible en dársena (m)	14,5
Eslora total (L) (m)	267
Manga (B) (m)	32,2
De (Calado del buque estático)	12,5
h_3 (m)	1
h_1 (m)	13,5
$h_3 + h_1$ (m)	14,5
RESGUARDO BRUTO + h_3 (m)	2

Fuente: elaboración propia

Es importante tener en cuenta que, en función de la eslora del buque, de la posición del atraque y de los vientos reinantes, así como su fuerza (escala *Beaufort*) durante la fase de aproximación al puerto, algunos de ellos deben realizar el reviro en el exterior de bocana, para que después mediante remolcadores, puedan aproximarse al muelle con seguridad. Esta conclusión se extrae de los resultados del estudio de simulación para la aproximación y atraque de distintos buques que vayan a adentrarse en la dársena, realizado por SIPORT XXI para Terminales Marítimas del Sureste en el año 2007.

Ilustración 104. Gráfico de trayectoria para un buque atracado al sur del Muelle 19



Fuente: TMS

7.3 Diseño en planta

7.3.1. Subsistema de la línea de atraque

En primer lugar, se analiza el subsistema de la línea de atraque, uno de los posibles cuellos de botella que podría tener la terminal de contenedores.

7.3.1.1. Equipos de muelle

La elección de uno u otro equipo, además de condicionar el rendimiento de este subsistema y consecuentemente de los demás, también es importante para definir el área de operación necesaria para poder trabajar de forma eficiente y con seguridad.

— Sistema de amarre automático

Analizadas las ventajas e inconvenientes de cada sistema de amarre automatizado en el apartado 1, se decide la implantación del sistema de amarre por vacío de *Cavotec*. Con este sistema se consigue eliminar los cabos para el amarre y reducir la distancia entre buques. Se puede utilizar para todos los buques, la operativa se realiza por control remoto, lo que aumenta la seguridad y permite reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera gracias a que, es un sistema totalmente eléctrico y a su rapidez para atracar y desatracar el buque, lo que permite reducir los tiempos de estancia en muelle.

La operativa de estos sistemas será responsabilidad de un único operario que, por control remoto, accionará el amarre presionando un solo botón, una vez se cumpla las condiciones de seguridad gracias a los sensores de proximidad por láser, ubicados en cada sistema de amarre.

La distribución de estos sistemas de amarre automático deberá quedar uniformemente repartidos por la línea de atraque, debido a la posibilidad de alternar distintas opciones de atraque, según la eslora del buque. Existen ventosas de distintas capacidades que varían desde las 20 toneladas, 40 y 80 toneladas, en función del tamaño del buque. Como se ha comentado anteriormente, para este sistema de amarre se necesitan como mínimo dos unidades, una a popa y otra a proa, pero no necesariamente en los extremos del buque, si no que bastaría con que se encuentren al 25-30% de la eslora hacia proa y hacia popa de la cuaderna maestra (CAVOTEC, s.f.).

Por lo tanto, teniendo en cuenta la configuración del muelle, se decide instalar 7 sistemas de amarre *MoorMaster*, separados 77,5 metros, de tal modo, que la distribución de ellos quedaría así:

- Dos atraques para buques Post-Panamax de 267 metros de eslora. A cada atraque le corresponderían 3 sistemas de amarre. Hay que tener en cuenta que la distancia entre buques debe ser de 25 metros y entre el buque sur y el martillo, de 30 metros, según la Tabla 20, para sistemas de amarre convencional. Al utilizar el sistema *MoorMaster*, las distancias entre buques se pueden reducir. A falta de datos, se ha supuesto una reducción de la distancia de 5 metros.
- Tres atraques para buques Post-Panamax de 170 metros de eslora. A cada atraque le corresponderían 2 sistemas de amarre. Para esta configuración, la distancia entre buques debe ser de 20 metros y entre el buque sur y el martillo, de 25 metros, para sistemas de amarre convencional. Aunque esta distancia se puede reducir por uso del sistema automático que no necesita cabos para amarrar el buque.

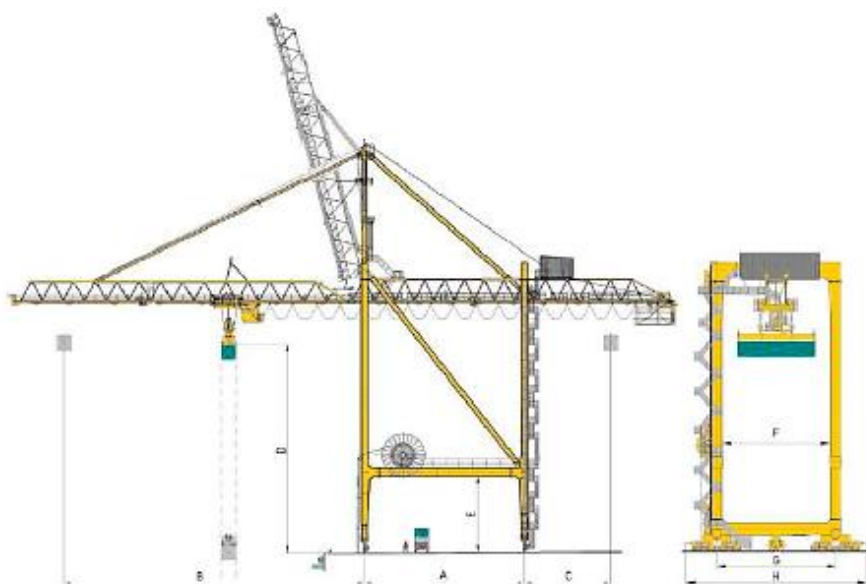
- Tres atraques para buques Post-Panamax de 149 metros de eslora. A cada atraque le corresponderían 2 sistemas de amarre. Para esta configuración, la distancia entre buques debe ser de 15 metros y entre el buque sur y el martillo, de 20 metros, para sistemas de amarre convencional. Aunque esta distancia se puede reducir por uso del sistema automático que no necesita cabos para amarrar el buque.

— Grúas de muelle STS

La elección de las grúas de muelle a instalar y el número de ellas, dependerá del mayor buque que vaya a atracar en la terminal. En el apartado anterior, se ha concluido que el buque tipo que atracará en la terminal tendrá una eslora de 170 metros y el máximo buque que podría atracar por condicionantes de batimetría de la dársena, tiene una eslora de 267 metros y una manga de 32,2 metros. Por lo tanto, según la Tabla 2. Tipos de grúas para contenedores, la grúa Post Panamax de hasta 17 contenedores en manga, sería la adecuada para cargar y descargar los buques.

A continuación, se muestran las características de este tipo de grúas de la marca comercial *Liebherr*:

Ilustración 105. STS Post Panamax de Liebherr



Fuente: <https://www.liebherr.com/shared/media/maritime-cranes/downloads-and-brochures/brochures/lcc/liebherr-sts-cranes-technical-description.pdf>

Tabla 30. Características técnicas Grúa Post Panamax de Liebherr

Typical Quayside Crane*	
A: Gantry span	15 - 35 m
C: Backreach	0 - 25 m
E: Clearance under sill beam	12 - 18 m
G: Travel wheel gauge	18.2 m
H: Buffer to buffer	27 m
Wheel spacing	1 - 2 m
Wheels per corner**	6/12 - Seaside
Wheels per corner**	6/12 - Landside
Max. width trolley & main beam/boom	7.6 m

**Dependant on required wheel loads

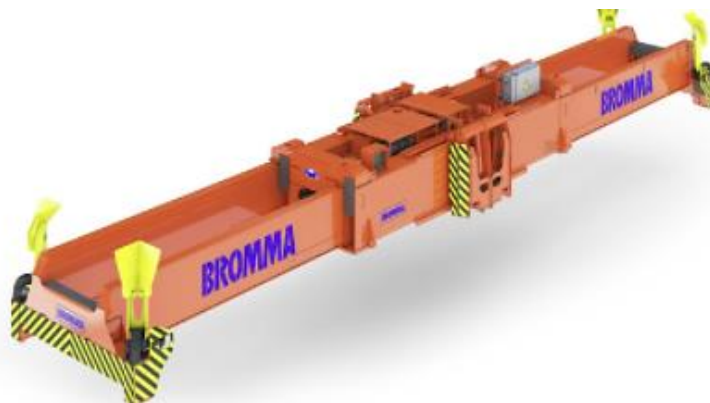
Typical Post Panamax Crane*	
B: Outreach	40 - 45 m
D: Lift height	30 - 35 m
SWL	40/50 t single 65 t twin
Hoisting speed	60/150 m/min
Trolley speed	180 - 210 m/min
Travel speed	45 m/min
Wheel load**	40 - 55 t per metre

**Based on 8 wheels per corner at 1 m spacing

Fuente: <https://www.liebherr.com/shared/media/maritime-cranes/downloads-and-brochures/brochures/lcc/liebherr-sts-cranes-technical-description.pdf>

Además, esta grúa tiene como opción la automatización o semiautomatización de la misma. Por ahora, no se plantea la adquisición de la grúa totalmente automatizada ya que, este sistema no está implantado en muchas terminales por la complejidad de la operativa y, por tanto, aún debe desarrollarse más en los próximos años. El rendimiento esperado de la grúa Post Panamax está entorno a los 22 TEU/hora, según (Moreno Martínez, 2013). Con el objeto de aumentar el rendimiento en hasta un 30%, se decide por dotar a cada grúa del sistema *Twin-Lift*. Este sistema está muy extendido y consiste en la elevación de dos contenedores al mismo tiempo mediante el acoplamiento al cabezal de la grúa de un *spreader* especial con 8 *twist locks*. Permite manipular las siguientes combinaciones: 1 contenedor de 20 pies, 2 contenedores de 20 pies o 1 contenedor de 40 pies. La elección del tipo de *spreader* depende de la capacidad de carga que pueda soportar la grúa. En este caso, el sistema *Twin-lift* sería válido hasta 65 toneladas para la grúa Post Panamax. En cambio, el *spreader* en tándem es apto para grúas Super Post Panamax o Megamax.

Ilustración 106. Spreader con twin-lift de la marca BROMMA.



Fuente: <https://bromma.com/products/sts45/>

En cuanto a las automatizaciones menores que debe incorporar la grúa, tal y como se ha visto en el apartado 5.3.2.2, las grúas de muelle podrían estar provistas de sistemas como: ELC (*Electronic Load Control*), *Sway Control*, *Skew Control*, SPS (*Ship Profiling System*), etc.

Por otro lado, en cuanto a la elección del número de grúas a disponer en el muelle, existen diversos criterios. Por un lado, Gonzalo Baciero, Director de Explotación de TMS, recomienda instalar una grúa STS cada 150 metros de línea de atraque como mínimo. Por lo que según este criterio habría que instalar 4 grúas, tras dividir 597 metros de línea de atraque disponible entre 150 metros. Por otro lado, según el criterio establecido por la naviera *Mediterranean Shipping Company* (MSC), recomienda adquirir para nuevas terminales una cantidad de grúas igual a las necesarias para atender al mayor buque que vaya a atracar en dicha terminal separadas entre ellas una distancia de 80 metros. Según este criterio, habría que instalar 6 grúas, resultado de dividir la eslora del mayor buque que puede atracar, es decir, 267 metros entre 80 metros y multiplicarlo por dos atraques.

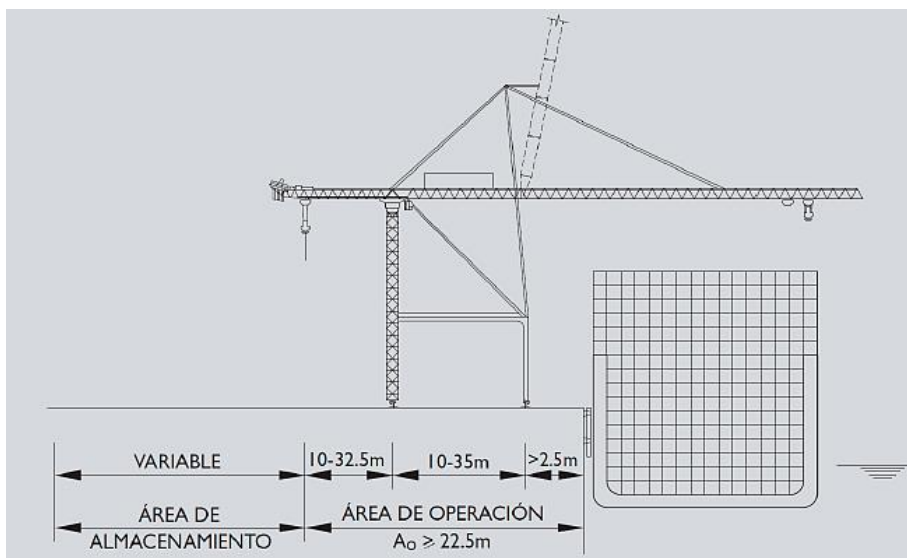
Como se verá detalladamente en el Cálculo de la capacidad en la línea de atraque, si el buque que atraca es de 267 metros de eslora y si se instalan 6 grúas, trabajarían 3 grúas por cada atraque, ya que podrían trabajar a la vez dos barcos de esta magnitud. Es importante destacar, que las grúas deben trabajar con una bodega de separación entre ellas. Si en cambio, el buque que atraca es el de 149 o 170 metros de eslora, podrían estar atracados 3 barcos al mismo tiempo y por lo tanto a cada atraque le correspondería 2 grúas, si finalmente se instalan 6 grúas en todo el muelle.

A priori se supondrá que se van a instalar 6 grúas, pero el número total finalmente a adquirir dependerá de la capacidad de almacenamiento ya que, no es viable sobredimensionar un subsistema si no resulta ser el limitante de la terminal.

7.3.1.2. Área de operación

Una vez definido el equipo de trabajo en muelle, se define el área de operación próxima a la línea de atraque, en la que tienen lugar las operaciones de carga y descarga de mercancías de los buques. En la Ilustración 107 se muestra la diferenciación de las áreas terrestres necesarias en una instalación de atraque para usos comerciales.

Ilustración 107. Diferenciación de áreas terrestres en una instalación de atraque tipo muelle.



Fuente: (Puertos del Estado, 2011)



La disposición general del área de operación (A_0) depende de los siguientes factores operativos:

- Las características y número de los equipos de carga y descarga de mercancías del buque.
- Las características y equipos utilizados para la interconexión interna entre el área de operación y la de almacenamiento o depósito de mercancías.
- La localización de las zonas para servicios u operaciones auxiliares o complementarios asociados con el buque y con las operaciones de carga y descarga del mismo: almacenamiento temporal de mercancías, depósito de las tapas de bodega del buque, necesidades asociadas con el servicio del buque y del muelle

La anchura de (A_0) oscila normalmente entre un valor mínimo de 22,5 m y valores superiores a 100 m, en función de la configuración física del atraque, de los sistemas de manipulación previstos en la línea de atraque y de la operativa establecida para la carga y descarga y para la interconexión interna entre las áreas de operación y almacenamiento (Puertos del Estado, 2011).

Para configuraciones físicas de la instalación de atraque tipo muelle, con uso comercial y utilizando sistemas de carga y descarga de mercancías, mediante equipos de rodadura restringida sobre carriles:

- La distancia entre la línea de atraque y el eje de rodadura del lado mar de la grúa, no será menor a 2,5 m con el objeto de que se puedan disponer en esa zona los elementos necesarios del sistema de amarre y los servicios.
- El espacio ocupado por el área de rodadura de los equipos de carga/descarga. En general, la distancia oscilará entre los 10 m (2 vías de circulación) y 35 m (6 vías de circulación)
- La zona entre el área de rodadura de los equipos de carga/descarga y el límite del área de almacenamiento, tendrá una anchura que variará entre los 10 m y los 32,5 m, dependiendo del alcance del lado tierra de las grúas y del espacio que se reserve para funciones auxiliares como el depósito de las tapas de las bodegas del buque, así como para las operaciones de transferencia de la carga.

En general, para una instalación de atraque para uso de contenedores, el ancho del área de operación oscilará entre 30 m, cuando se consideren grúas de contenedores para buques *feeder* de menos de 3.000 TEU de capacidad, y valores superiores a los 70 m, cuando se consideren grúas de contenedores para buques *Malacamax* de más de 12.000 TEU de capacidad.

Por lo tanto, teniendo en cuenta lo recomendado por la ROM 2.0-11, las dimensiones de cada zona serán las siguientes:

- Área de amarre: 3,5 metros debido a la dimensión de los sistema de amarre automáticos, mayor que los bolardos.
- Área bajo grúa STS: se disponen de 2 carriles de circulación de 6 metros. Esta configuración está limitada por la distancia entre patas de la grúa que es de 16 metros. Aunque la distancia entre carriles para grúas Post Panamax puede variar entre 15 y 35 metros, se decide instalar grúas Post Panamax con una distancia entre patas de 16 metros. El ancho de los carriles se ha considerado de 6 metros de modo que sean lo suficientemente anchos para poder albergar la maquinaria de interconexión elegida.

- Área tras grúa STS. Tras el carril lado tierra, se dejará un espacio de 2 metros por seguridad y a continuación se instalará un carril de 6 metros para que los equipos de interconexión puedan recoger o dejar los contenedores.

Las dimensiones finales del área destinada al área de operación se adjuntan en el Anejo nº1. Planos.

7.3.1.3. Cálculo de la capacidad en la línea de atraque

En este apartado se procede a analizar la capacidad de la línea de atraque de la terminal para la **Fase principal**, siguiendo los pasos del Manual de Capacidad Portuaria de la Fundación Valenciaport, tal y como se ha expuesto en el apartado 6.4.2 Capacidad de la línea de atraque.

La capacidad anual de la línea de atraque es igual al producto del número de puestos de atraque, por la tasa de ocupación del muelle, por las horas operativas anuales, y por la productividad horaria media de los buques durante su atraque.

$$C_{LA} = n \times \emptyset \times t_{año} \times P \times F \quad (21)$$

Donde,

- C_{LA} : capacidad anual de la línea de atraque (TEU/año).
- n : número de puestos de atraque.
- \emptyset : tasa de ocupación admisible.
- $T_{año}$: horas operativas de la terminal al año.
- P : productividad anual media de atraque medida en movimientos/h.
- F : factor que establece la proporción de llegada de tipo de contenedores 40 pies y de 20 pies, lo cual permite dar el resultado final en TEU/año.

En primer lugar, para el cálculo del **número de puestos de atraque (n)**, hay que conocer la longitud de la línea de atraque, la eslora del buque tipo que atracará en la terminal y los resguardos de seguridad (o coeficiente de separación, K_{sep}) entre buques.

$$n = \frac{\text{Longitud de la línea de atraque}}{\text{Eslora del buque tipo} \times (100\% + K_{sep})} \quad (22)$$

En cuanto a la eslora del buque tipo se puede emplear tanto los buques extremales, es decir, el buque cuya eslora es excedida sólo por el 15% de las llegadas, o el valor medio de las esloras. En este caso, como se ha visto en el apartado 7.2 Requerimientos en alzado, se establecen 3 esloras tipos:

- Eslora media: 149 metros
- Eslora máxima: 170 metros
- Eslora máxima por calado de la dársena: 267 metros

Para el valor del resguardo de seguridad K_{sep} , se puede suponer que tienen un valor de un 10% o un valor fijo según la Tabla 20 de la ROM 2.0-11. En este caso, se considera las distancias entre buques mediante un valor fijo, que para el caso del buque de 170 metros es de 20 metros y para



el buque de eslora 267 metros es de 25 metros, como se puede observar en la Tabla 31. Es importante recalcar que las distancias expuestas en la tabla siguiente, son las correspondientes a amarres convencionales mediante bolardos. La utilización de amarres tipo CAVOTEC permiten disminuir la separación entre buques.

Tabla 31. Cálculo del número de atraques (n)

Cálculo del número de atraques (n)			
Longitud línea de atraque (m)	597	597	597
Eslora del buque tipo (m)	149	170	267
Longitud de separación entre buques (lo) (m)	15	20	25
Longitud de separación entre buques e infraestructura (ls) (m)	20	25	30
Número de atraques	3	3	2*

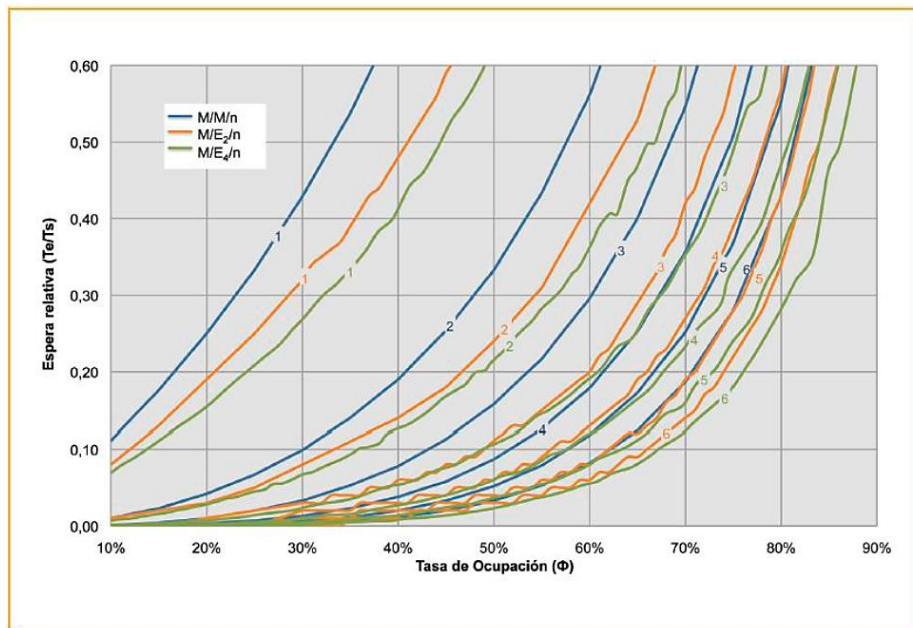
Fuente: elaboración propia

(*) Se considerarán dos atraques para buques de eslora 267 metros, si no hay ningún barco RORO atracado al Norte del Muelle 19 o si el sistema CAVOTEC permite reducir como mínimo, en 5 metros, la distancia entre buques y entre estructuras. Si, por el contrario, tras estudiar en detalle la situación con los técnicos de CAVOTEC, se concluye que no se reúnen las condiciones de seguridad necesarias para el atraque o desatraque, solo se consideraría un atraque en la terminal de contenedores para buques de 267 metros. La razón por la que se reduciría el número de atraques es porque no se cumpliría la distancia de seguridad con el buque RORO. Como se ha visto en el estudio de mercado, para la terminal de TMS, el tráfico RORO tiene lugar mayoritariamente durante 5 meses al año, correspondiente a los picos de transporte desde la Península a Baleares o hacia la Península. Durante estos meses, actualmente se recibe un servicio por semana, aunque la previsión es aumentarlo a dos servicios semanales. Por lo tanto, dada la estacionalidad del tráfico, podría planificarse el atraque de dos buques de 267 metros simultáneamente.

En segundo lugar, la **tasa de ocupación admisible (\emptyset)** resulta de considerar, por un lado, la distribución de las llegadas de los buques, la distribución de los tiempos de servicio en el muelle y n; y por otro, la calidad de servicio ofertada vinculada a la espera relativa. La espera relativa máxima admisible asumida por los navieros para terminales de contenedores es de 0,1, según (Monfort, y otros, 2011).

Puesto que no se tienen los datos suficientes para poder hallar la distribución de llegadas de los buques y la distribución de los tiempos de servicio para la terminal objeto de estudio, siguiendo la bibliografía consultada, se asume que las llegadas se rigen por una distribución aleatoria y que los tiempos de servicio se distribuyen como una función tipo Erlang de orden 4. Por lo tanto, dado que la terminal de contenedores será pública, las llegadas y tiempos de servicio quedan reflejados de la siguiente forma $M/E_4/n$.

Gráfica 37. Correspondencia de las tasas de ocupación y la espera relativa de los sistemas M/M/n, M/E2/n y M/E4/n de 1 a 6 atraques



Fuente: Fundación Valenciaport a partir de datos de UNCTAD (1984), Agerschou (2004) y Aguilar y Obrer-Marco (2008)

Según la gráfica anterior, para una espera relativa de 0,1 y para 1, 2 y 3 atraques, las tasas de ocupación son las siguientes: 14 %, 36 % y 49 % respectivamente.

Las **horas operativas anuales, T_{AÑO}**, son las horas al año en los que la terminal está operativa. Se estima que la terminal trabajará los 7 días de la semana y las 24 horas, pero se asume que al menos 5 días al año, la terminal no podrá operar debido a causas de fuerza mayor, como pueden ser razones meteorológicas, huelgas de la estiba (si las hubiera), etc. El total de horas son 8640.

Por otro lado, puesto que el factor de la productividad está expresado en contenedores por hora, pero interesa saber el valor en TEU, hay que aplicar un **factor de conversión (F)**. A falta de datos, se suele escoger un valor de 1,5, asumiendo que la mitad de los contenedores son de 20 pies (1 TEU) y la otra mitad de 40 pies (2 TEU). En este caso, se ha hallado consultando el tráfico de la terminal objeto de estudio en la web de Puertos del Estado. Para la terminal de TMS, se ha analizado el tráfico total (cabotaje más exterior) para los años 2016, 2017 y 2018, consultando los anuarios estadísticos. En la siguiente tabla se muestra el factor resultante, el cual es superior a 1,5, por lo que el porcentaje de contenedores de 40 pies es mayor. En concreto, en 2018, en el puerto de Alicante se movieron 16.470 contenedores de 20 pies y 73.049 contenedores de 40 pies.

Tabla 32. Obtención del factor de conversión contenedor-TEU de los años 2016, 2017 y 2018.

	Contenedores	TEU	F
Tráfico 2016	88.100,00	159.664,00	1,8123
Tráfico 2017	90.383,00	164.410,00	1,8190
Tráfico 2018	89.522,00	162.571,00	1,8353
			1,8222

Fuente: elaboración propia a partir de los datos en la web de Puertos del Estado

Por último, es necesario saber la **productividad anual media (P)** por grúa que se espera. Ésta se calcula como el cociente entre la producción anual de mercancías a manipular, expresada en movimientos de contenedores, y la suma de los tiempos brutos de atraque estimados. En España se estima un valor de 25 mov/h de media para unas grúas sin sistema *double trolley*. En este caso, es posible hallar la productividad por atraque en la terminal convencional del Muelle 23, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 33. Cálculo de la productividad por atraque para la terminal de contenedores del Muelle 23

Cálculo Productividad por atraque para la terminal del Muelle 23	
	Para hallar valor P
Longitud línea de atraque (m)	326
Eslora del buque tipo (m)	149
Longitud de separación (m)	15
Número de atraques	2
Te/Ts (espera relativa)	0,1
Tasa de ocupación	36,0 %
Taño: horas operativas de la terminal/año:	8640
Número de grúas instaladas en el muelle	2
Número de grúas por atraque	1
Productividad media por atraque (mov/h)	22,2
Factor de conversión de TEU/contenedor:	1,82
Capacidad anual del atraque (TEU/año)	250.000

Fuente: elaboración propia

Assumiendo que la capacidad actual de la terminal de contenedores del Muelle 23 es de 250.000 TEU, según la web de TMS, se obtiene que la productividad media por atraque es de 22 mov/hora. Por lo tanto, se asume un valor de 25 mov/hora como valor de productividad de cada una de las grúas de la terminal del Muelle 19 ya que, se propone dotar a las grúas de los sistema *twin-lift*.

Por lo que, si se instalan 6 grúas STS y atraca el barco de eslora de 267 metros, la productividad por atraque será de 75 movs/h, y si atracan los barcos de eslora 170 o 149 metros, la productividad por atraque será de 50 movs/h ya que, por atraque trabajarían 2 grúas.

En la siguiente tabla, se resumen los resultados obtenidos para el cálculo de la capacidad de atraque para los distintos tipos de buque.

Tabla 34. Capacidad por línea de atraque para la terminal del Muelle 19 en Fase principal.

Capacidad por línea de atraque de la TP (M/E ₄ /N) Fase principal			
Longitud línea de atraque (m)	597	597	597
Eslora del buque tipo (m)	149	170	267
Longitud de separación entre buques (m)	15	20	25
Número de atraques	3	3	2*
Te/Ts (espera relativa)	0,1	0,1	0,1
Tasa de ocupación	49%	49%	36%
Taño: horas operativas de la terminal/año:	8640	8640	8640



Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



Número de grúas a instalar en el muelle	6	6	6
Número de grúas por atraque	2	2	3
Productividad media por grúa (mov/h)	25	25	25
Productividad media por atraque (mov/h)	50	50	75
Factor de conversión de TEU/contenedor:	1,82	1,82	1,82
Capacidad anual del atraque (TEU/año)	1.157.042	1.157.042	850.072

Fuente: elaboración propia

A modo de conclusión, las 3 propuestas superan con creces el tráfico esperado hasta el fin de la concesión previsto en 2047, si no se produjera ninguna prórroga más, según los resultados arrojados por el estudio de mercado de ALG para TMS.

Por otro lado, en el desarrollo de la **Fase secundaria**, la capacidad de la línea de atraque sería la misma que para la Fase principal, ya que no se plantea la prolongación, puesto que este subsistema no se considera como el limitante, como se verá a continuación.

7.3.2. Subsistema del patio de almacenamiento

En cuanto al subsistema de almacenamiento de la terminal, se propone realizar el cálculo de la capacidad de almacenamiento tanto para la **Fase principal** como para la **Fase secundaria** de desarrollo de la terminal en el Muelle 19, según distintos tipos de equipos de almacenamiento.

7.3.2.1. Equipos de almacenamiento de contenedores

— Fase principal

Para la Fase principal, de entre los equipos que se trataron en el apartado 5.3.3, se eligen para realizar el estudio las **Automated Stacking Cranes (ASC)**, las cuales son grúas de tipo pórtico sobre raíles y representan la versión automatizada de las RMG. Este tipo de maquinaria es la más utilizada para terminales automatizadas o semiautomatizadas. Aunque también se utilizan como equipo de almacenamiento las ASC *cross-over* o pasantes, no se tiene en cuenta en el estudio ya que, las necesidades de infraestructura son mayores al circular las grúas en carriles diferentes y se disminuye la densidad de patio. También, se descartan los equipos de almacenamiento que realicen la transferencia a los camiones externos en el lateral del bloque, ya que la dimensión más restrictiva es el ancho de la terminal y reduciría aún más la capacidad de almacenamiento en el patio.

Las ASC gemelas permite que las dos grúas circulen por el mismo carril, disminuyendo los costes de infraestructura y aprovechando mejor la superficie, ya que los vehículos no circulan por los laterales del bloque. Sin embargo, una avería en una de ellas provocaría que un lado del bloque se quede inutilizado.

Por lo tanto, se dispondrán de dos grúas por bloque de la empresa Kalmar o similar (Ilustración 108). Dado que el número de bloques final es de 6 (ver 7.3.2.2), se necesitaría adquirir 12 grúas ASC para bloques de ancho 8 contenedores.

Ilustración 108. Kalmar ASC



Fuente: https://www.kalmar.es/48ea92/globalassets/media/12071/12071_ASC-data-sheet-web-singles.pdf

En las tablas siguientes se recogen las principales características de las grúas ASC de la empresa Kalmar. Como se observa, permitirían bloques de hasta 11 contenedores de ancho y una altura de apilamiento de 6+1.

Tabla 35. Especificaciones técnicas de las grúas ASC de Kalmar

Feature	Specification / options	Notes
Safe working load (SWL) under the spreader	Single 41t / Twin 50t* / Twin 60t* / Twin 65t*	*Check availability from your Kalmar contact
Gantry rail span	Up to 11 wide	-
Hoisting height	Up to 1 over 6	-
Rope reeving	Max Stable	8-rope stiff reeving
Overall length (buffer to buffer)	14,5m 47ft 7in	Buffers uncompressed, varied as required
Main power supply	50 or 60Hz, 3-phase, 4-wire, voltage as required	Typical voltage: 10-20kV Typical transformer size: 630-800kVA
Power supply method	Cable reel	-
Electrical and automation system supplier	Kalmar	-
Intelligent features	Fully automated operation Yard automation including Kalmar Automatic Truck Handling Kalmar Key Kalmar Insight	-

Typical performance values	Speed options	Acceleration / Deceleration
Hoisting with SWL under spreader	35 / 45m/min 114 / 147ft/min	0.35 m/s ²
Hoisting with empty spreader	70 / 90m/min 229 / 295ft/min	0.50 m/s ²
Trolley travel	60 / 72m/min 197 / 236ft/min	0,30m/s ²
Gantry travel	240 / 270 / 300m/min 9 / 10 / 11mph	0,40m/s ²

Fuente: https://www.kalmar.es/48ea92/globalassets/media/12071/12071_ASC-data-sheet-web-singles.pdf

— Fase secundaria

Por otro lado, para la Fase secundaria y debido a las limitaciones geométricas, se plantea aumentar la capacidad de la terminal mediante el apilamiento de contenedores gracias a la utilización de los **Automated Straddle Carrier**. Esta maquinaria permite el apilamiento de hasta 3 contenedores. Además, favorecen al desacoplamiento de subsistemas, gracias a que son capaces de recoger el contenedor del suelo, transportarlo hasta la zona de almacenamiento para finalmente apilarlo.

La velocidad máxima de aceleración es de 30 km/h en 18 o 24 segundos en función de la carga y tiene la capacidad de levantar un único contenedor de 40.000 kg o para *twin lift* de hasta 50.000 kg.

Teniendo en cuenta que esta maquinaria va a realizar tanto la función de almacenamiento en patio como la interconexión entre muelle y patio, se calculará el número de unidades a adquirir en el apartado 7.3.3.1, ya que es necesario conocer la distancia a recorrer por la maquinaria.

7.3.2.2. Cálculo de la capacidad en el patio de almacenamiento

En el presente apartado se realiza el cálculo del patio de almacenamiento, uno de los subsistemas más limitantes en la capacidad de la terminal.

— Fase principal

En primer lugar, es necesario establecer la orientación de los bloques respecto al muelle. Para la Fase principal, la maquinaria de patio elegida son las **Automated Stacking Cranes**. Así pues y debido a las limitaciones de espacio en el sentido transversal al muelle, los bloques se dispondrán paralelos a él, descartando el estudio de la disposición perpendicular. El Muelle 19 tiene un gran limitación de espacio transversal por la ubicación de las vías del tren y de las vías de acceso a la terminal, las cuales no se pueden alejar más de la línea de atraque por el emplazamiento del espaldón del dique.

Por lo tanto, para la Fase principal de desarrollo de la terminal y siguiendo el procedimiento descrito en 6.4.3 Capacidad del subsistema de almacenamiento, se calcula mediante la siguiente ecuación, expresada en términos de la altura máxima de apilado y del factor operacional:

$$C_p = N^{\circ} \text{ huellas}_{TEU} \times H \times \frac{365}{T_a} \times K \quad (23)$$

Donde,

C_p : es la capacidad anual de almacenamiento de la terminal (TEU anuales)

$N^{\circ} \text{ huellas}_{TEU}$: número de slots marcados en tierra de capacidad en TEU que puede albergar la terminal. Se asume como slot un rectángulo de 15 m² (2,5 x 7 metros)

H : altura máxima de apilado

T_a : es el tiempo de estancia medio de los contenedores en el área de almacenamiento (días)

$\frac{365}{T_a}$: N.º medio de rotaciones anuales

K : factor operacional empleado para minorar la altura máxima, con el fin de poder trabajar en condiciones operativas y no realizar excesivas remociones, que reduzcan la productividad.

En primer lugar, para el cálculo del **número de huellas_{TEU}**, hay que tener en cuenta el área neta disponible para la formación de los patios de almacenamiento. Para ello, hay que identificar las necesidades de espacio tanto para viales, como áreas de transferencia de la mercancía, área de operación tanto de la grúa de muelle como de los equipos encargados de cargar o descargar el tren, etc. En el plano 5 en Anexos se muestra el detalle de las distancias y la distribución.

Así pues, se dispondrán 6 bloques paralelos a la línea de atraque, de 36 TEU de longitud y 8 TEU de ancho. Los contenedores estarán separados 30 cm entre ellos y entre cada bloque habrá una distancia de 7 metros. Por lo tanto, el número de huellas totales resultarán de multiplicar 36 por 8 y por 6 (nº de bloques), obteniendo 1.728 Huellas.

En referencia al **tiempo de estancia medio de los contenedores (Ta)**, es un parámetro que varía en función si el contenedor está vacío, lleno, si es *import*, *export* o de transbordo. Para ello, se discretiza el tráfico de contenedores del año 2018, según si son contenedores llenos o vacíos, con el objeto de hallar el tiempo de estancia medio en la terminal de TMS. Aplicando la fórmula siguiente, se obtiene el siguiente resultado:

$$T_a = \frac{TEUS \text{ llenos } 2018 \times T_{a, \text{ llenos}} + TEUS \text{ vacíos } 2018 \times T_{a, \text{ vacíos}}}{Total \text{ TEUS } 2018} \quad (24)$$

Tabla 36. Tráfico de contenedores vacíos y llenos en 2018 en el Puerto de Alicante

CÁLCULO T_e	
TEU llenos (2018)	96.457
Te llenos (días)	8
TEU vacíos (2018)	66.114
Te vacíos (días)	15
TEU totales (2018)	162.571
Te (días)	11

Fuente: elaboración propia a partir de datos extraídos de la web de Puertos del Estado

Por lo tanto, el tiempo de estancia medio actual de los contenedores en la terminal del Muelle 23 de TMS es de 11 días. El tiempo de estancia podría reducirse si se les aplicara tarifas disuasorias mayores a los contenedores vacíos de las navieras, a partir de un determinado tiempo de estancia en la terminal. De este modo, se permitiría una mayor rotación de la mercancía en la terminal, se reduciría las posibilidades de saturación del patio de almacenamiento y se aumentaría la capacidad de la terminal.

La **altura máxima de apilado (H)**, depende de las características del equipo de almacenamiento elegido. Por lo que, para las ASC es de 5 alturas.

El **factor operacional (K)**, en función del equipo a utilizar y de la altura máxima de apilado que permite, se aplica este factor que minora la altura máxima con el objeto de operar de la forma más eficiente posible, reduciendo el número de remociones innecesarias de la mercancía. Este factor se obtiene de la Tabla 24. Para el caso de la ASC pasante se obtiene un valor de 70%, por lo que para las ASC gemelas, se decide reducir en un 60% ya que permite una altura más de apilado y, por tanto, las remociones improductivas serán mayores.

Finalmente, en la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 37. Capacidad en el subsistema de almacenamiento para la Fase principal.

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO FASE PRINCIPAL	
Disposición del bloque respecto al muelle	Paralelo
Maquinaria de almacenamiento	ASC GEMELAS
Columnas bloque	8
Filas bloque (1 TEU)	36
Huellas por bloque	288
Número de bloques	6
Nº huellas_TEU	1728
Área de un slot (m ²)	15
H (Altura máxima de apilado)	5
Ta: tiempo medio de estancia del contenedor (días)	11
K (Factor operacional)	60%
Capacidad de patio (TEU/año)	172.014



Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, considerando las premisas anteriores, se concluye que la **capacidad de almacenamiento de la terminal de contenedores en el Muelle 19** es la limitante y sería de 172.014 TEU/año. Sin embargo, si el tiempo de estancia medio de los contenedores se redujera, la capacidad de almacenamiento aumentaría, como se puede ver en la tabla siguiente:

Tabla 38. Relación entre el tiempo de estancia de los contenedores y la capacidad de almacenamiento (Fase principal)

RELACIÓN Ta/Capacidad	
Ta (días)	Capacidad de almacenamiento (TEU/año)
11	172.014
10	189.216
9	210.240
8	236.520
7	270.308

Fuente: elaboración propia

Por consiguiente, la reducción de 11 a 7 días la estancia de los contenedores en la terminal, permitirá aumentar la capacidad de la terminal en 100.000 TEU/año, resultando en 270.308 TEU/año.

Otra alternativa sería el aumento del área neta de almacenamiento. Dado que en el sentido transversal al muelle no es posible aumentar la capacidad de la terminal, existe la posibilidad de poder aumentarla hacia el norte del Muelle 19.

A continuación, se definen las características generales de los bloques de almacenamiento de la Fase principal. La información detallada se encuentra en el Anejo 1. Planos.

En la Fase principal se dispondrán 6 bloques de forma paralela al muelle, de modo que, 3 de ellos queden más al sur de la terminal y los otros 3 al norte. Los bloques situados al norte, tienen la zona de transferencia de mercancías con los camiones externos en la zona norte del bloque, mientras que, la zona de transferencia con los equipos propios de la terminal estará situada al sur de éste. En cambio, los tres bloques situados al sur de la Terminal, tienen la zona de transferencia con los equipos internos de la terminal al norte y el área de transferencia con los camiones externos al sur. De este modo, se crea una zona de transferencia común para ambos bloques evitando que los camiones externos compartan viales con los equipos automatizados propios de la terminal. Sus dimensiones serán de 36 TEU de longitud y 8 TEU de ancho en 5 alturas, por lo que la longitud total del bloque es de 233 metros (sin contar las zonas de transferencia) y de 22 metros de ancho. Resaltar que la longitud de los bloques de contenedores en otras terminales, está en torno a los 250 m de longitud (unos 40 slots de 20 pulgadas), con dos grúas ASC por bloque (Rodrigo de Larrucea, 2018). La longitud de las zonas de transferencia tanto para los camiones externos como para los internos es de 40 metros. Los bloques están separados entre sí 7 metros.

En cuanto a la distribución de los contenedores según su tipología, se definirán las siguientes áreas:

- Los contenedores frigoríficos se situarán en las últimas filas de cada bloque, ya que las tomas de corriente se ubicarán en la zona de transferencia con el modo terrestre. Por

lo que, si los *reefers* son de 40 pies, podrían ubicarse hasta 240 conexiones y si, por el contrario, son de 20 pies, hasta el doble.

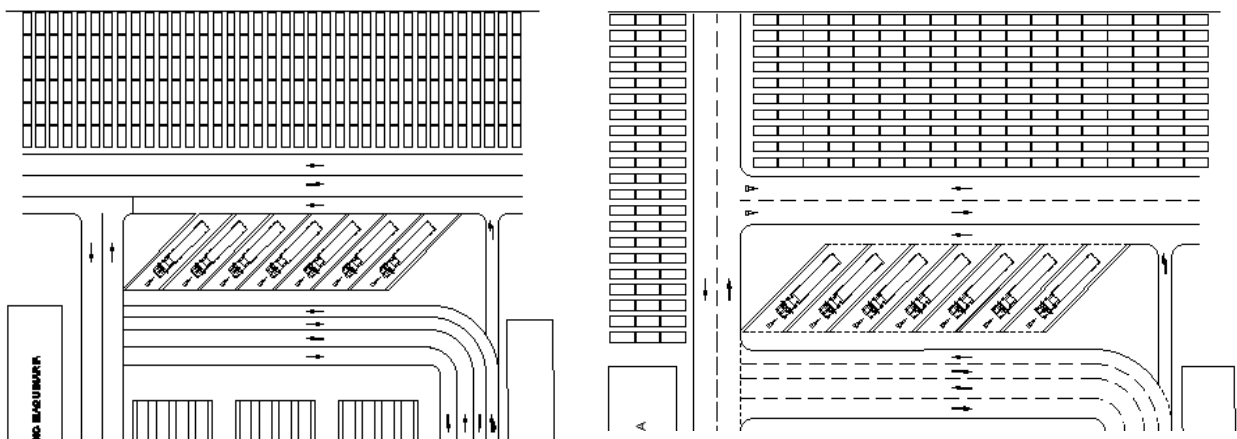
- Los contenedores vacíos estarán situados en uno o varios bloques.
- Los contenedores especiales (*open side, open top, flat rack, cisterna...*) estarán ubicados en un área específica al sur del muelle.
- En cuanto a los contenedores que contienen mercancía peligrosa en su interior, se decide ubicarlos en un área externa a la terminal de contenedores, ya que, por su naturaleza, conviene tenerlos lo más alejados posibles del resto de contenedores.

— Fase secundaria

El desarrollo de la Fase secundaria, implicaría reubicar parte del área de la plataforma de la parcela 19.2, que actualmente es para almacenamiento de mercancía rodada, en la parcela 19.1, como se ha visto en el apartado 7.1. La razón por la que se decide no utilizar toda la parcela 19.2 es porque el tráfico RORO sigue una tendencia alcista y es el que más se prevé que aumente hasta el fin de la concesión, según el estudio de mercado que realizó ALG para TMS (ALG by Indra, October, 2019).

Así pues, para la Fase secundaria de desarrollo de la terminal de contenedores y teniendo en cuenta que la maquinaria de patio en esta área son los **Straddle Carriers automatizados**, se plantean dos alternativas: que los bloques sigan una disposición paralela al muelle o perpendicular a éste, como se muestra en la siguiente imagen:

Ilustración 109. Alternativas de distribución para la fase secundaria. A la izquierda, disposición paralela al muelle. A la derecha, disposición perpendicular al muelle.



Fuente: elaboración propia

Admitiendo que la distancia entre filas de contenedores es de 1,5 metros, siguiendo las recomendaciones del Manual de Capacidad, se ha obtenido la capacidad de almacenamiento para la Fase secundaria siguiendo el procedimiento anterior:

Tabla 39. Capacidad en el subsistema de almacenamiento para la Fase secundaria.

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO FASE SECUNDARIA		
Disposición del bloque respecto al muelle	Paralelo	Perpendicular
Maquinaria de almacenamiento	Straddle Carrier	Straddle Carrier
Columnas bloque	37	18

Filas bloque (1 TEU)	6	10
Huellas por bloque	222	180
Número de bloques	1	1
Nº huellas_TEU	222	243
Área de un <i>slot</i> (m2)	15	15
H (Altura máxima de apilado)	3	3
Ta: tiempo medio de estancia del contenedor (días)	11	11
K (Factor operacional)	60%	60%
Capacidad de patio (TEU/año)	13.259	14.718

Fuente: elaboración propia

A la vista de los resultados obtenidos, ambas alternativas proporcionan una capacidad de patio parecida, siendo ligeramente superior la de la disposición perpendicular. Dada esa poca diferencia, la alternativa de instalar los bloques de forma paralela permite una automatización a priori más sencilla. Además, en cuanto a niveles de productividad, situar las filas en un solo bloque en vez de en dos y de diferente tamaño, es cuanto menos, mejor. Por ello, se propone la disposición paralela para la Fase secundaria.

La capacidad de almacenamiento en la Fase secundaria también podría verse ampliada si se redujera el tiempo de estancia medio de los contenedores, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 40. Relación entre el tiempo de estancia de los contenedores y la capacidad de almacenamiento (Fase secundaria)

RELACIÓN Ta/Capacidad	
Ta (días)	Capacidad de almacenamiento (TEU/año)
11	13.259
10	14.585
9	16.206
8	18.231
7	20.836

Fuente: elaboración propia

Por consiguiente, si el tiempo de estancia de los contenedores en la terminal fuera de 7 días, la **Capacidad de almacenamiento de la Fase secundaria** sería de 20.836 TEU/año.

Por último, se constituirá un único bloque dispuesto de forma paralela al muelle, compuesto por 6 filas y 37 columnas. La distancia entre columnas es de 1,5 metros, suficiente para que los *Automated Straddle Carriers* puedan circular entre columnas sin problema. La altura de apilado en esta zona es de 3+1.

Solo habrá una única zona de transferencia con los equipos propios de la terminal, la cual se situará al sur de los bloques. Por otro lado, la zona de transferencia con los camiones externos, podrá albergar a la vez un máximo de 7 camiones.

7.3.2.3. Conclusiones

En definitiva, para el aumento del tráfico de contenedores que se prevé hasta el año 2047 de 367.000 TEU/año, el desarrollo de la Fase principal sería suficiente para poder abordarlo, teniendo en cuenta, que la terminal de contenedores actual del Muelle 23 tiene una capacidad



de 250.000 TEU/año. Como ya se ha comentado, en el Muelle 23 no está previsto aumentar el área neta para almacenamiento, ya que se encuentra delimitado en las dos direcciones posibles de desarrollo y, por lo tanto, el espacio está agotado. En cambio, disminuir el tiempo de estancia de los contenedores sí que produciría un aumento de la capacidad. Aun así, resulta interesante conocer el desarrollo potencial que tendría la nueva terminal de contenedores en el Muelle 19 y cuál sería la capacidad total en conjunto de ambas terminales.

A continuación, se recopilan las conclusiones respecto al estudio de capacidad de almacenamiento relacionándolo con los resultados del estudio de mercado:

- La capacidad actual de almacenamiento del Muelle 23 es de aproximadamente 250.000 TEU/año.
- El estudio de mercado realizado por ALG para TMS en 2019 indica que, en el año 2047, es decir, para el fin de la concesión, el tráfico de contenedores previsto alcanzaría la cifra de 367.000 TEU/año, si se mantuviera las mismas líneas con las que opera actualmente TMS. Por lo que este tráfico, no podría ser soportado solo por la terminal de contenedores del Muelle 23.
- En 2030 sería el año en el que se produciría la saturación de la terminal de contenedores del Muelle 23, en base al estudio de mercado. Esta saturación podría producirse incluso antes, si TMS captara otra línea *Import/Export* o incluso de transbordo, como sugirió Gonzalo Baciero, director de explotación de la terminal de TMS.
- Por esta razón, a partir de 2030, debería entrar en funcionamiento la nueva terminal de contenedores del Muelle 19 en su Fase principal. Admitiendo que, el tiempo de estancia de los contenedores en la terminal es de 11 días, la capacidad de almacenamiento mínima de la nueva terminal sería de 172.014 TEU/año.
- Es importante conocer cuál sería el potencial tráfico que podría asumir la nueva terminal de contenedores del Muelle 19:
 - Si el tiempo de estancia de los contenedores en el Muelle 19 se redujera a 7 días, la máxima capacidad de almacenamiento en la Fase principal sería de 270.308 TEU/año.
 - Si se realizara la ampliación al Norte mediante la puesta en marcha de la Fase secundaria, la capacidad mínima de almacenamiento para un tiempo de estancia de los contenedores de 11 días, sería de 13.260 TEU/año. Si el tiempo se redujera a 7 días, la máxima capacidad de la Fase secundaria sería de 20.836 TEU/año.
 - Así pues, la capacidad máxima potencial de almacenamiento del Muelle 19, teniendo en cuenta las dos fases de desarrollo y para 7 días de estancia media, sería de 291.144 TEU/año.
 - En definitiva, la capacidad potencial total de almacenamiento de contenedores en los dos muelles (muelle 19 y 23), resultaría de 541.000 TEU/año.
- Finalmente, dado que la capacidad máxima potencial de almacenamiento es de 291.144 TEU/año, muy inferior a la capacidad por línea de atraque, se decide disminuir el número de grúas en muelle a disponer, de forma que, ambas capacidades sean lo más parecidas. Por ello se reduce la adquisición de 6 STS a 3 STS, y la capacidad modificada de la línea de atraque quedaría del siguiente modo:



Tabla 41. Capacidad por línea de atraque modificada para la terminal del Muelle 19 en Fase principal

Capacidad por línea de atraque de la TP (M/E ₄ /N) Fase principal			
Longitud línea de atraque (m)	597	597	597
Eslora del buque tipo (m)	149	170	267
Longitud de separación entre buques (m)	15	20	25
Número de atraques	3	3	2*
Te/Ts (espera relativa)	0,1	0,1	0,1
Tasa de ocupación	49%	49%	36%
Taño: horas operativas de la terminal/año:	8640	8640	8640
Número de grúas a instalar en el muelle	3	3	3
Número de grúas por atraque	1	1	1,5
Productividad media por grúa (mov/h)	25	25	25
Productividad media por atraque (mov/h)	25	25	37,5
Factor de conversión de TEU/contenedor:	1,82	1,82	1,82
Capacidad anual del atraque (TEU/año)	578.521	578.521	425.036

Fuente: elaboración propia

7.3.3. Subsistema de interconexión

7.3.3.1. Equipos de interconexión con muelle o transporte horizontal

— Equipos para Fase principal

En capítulos anteriores, se vieron las distintas alternativas disponibles a día de hoy, para resolver la interfaz muelle-patio. La maquinaria automatizada escogida son las **Automated-Shuttle Carrier (A-ShC)**, con el objeto de conseguir un equipo automatizado muy versátil y flexible, que permita desacoplar los subsistemas. En concreto, algunas de las características del *AutoShuttle* de Kalmar elegido son las siguientes:

Tabla 42. Características técnicas del AutoShuttle de Kalmar.

Información técnica	Especificaciones de AutoShuttle
Altura de apilado (9'6)	2 contenedores
Capacidad de elevación (kg)	40/50 t
Motor	Diésel/diésel-eléctrica/híbrida
Sistema de elevación:	Smoothlift, cabrestante eléctrico

Fuente: <https://www.kalmar.es/equipment-and-services/shuttle-carrier/autosshuttle/>

Ilustración 110. Autosshuttle como equipo para realizar la interconexión muelle-patio.



Fuente: <https://www.kalmar.es/equipment-and-services/shuttle-carrier/autosshuttle/>

A continuación, se procede a calcular el número de equipos necesarios para realizar la interconexión. El dimensionamiento de este subsistema debe estar acorde con el ritmo de trabajo o productividad de las grúas de muelle. La productividad de la grúa de muelle es de 25 movimientos a la hora, tal y como se ha establecido en el apartado 7.3.1.3. En cuanto a la productividad de los *Shuttle Carrier*, dependerá tanto de las características técnicas del mismo como del recorrido a realizar. Las características técnicas más importantes, se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 43. Características técnicas más importantes del Shuttle Carrier FSH 240 KALMAR

Equipo	Shuttle Carrier
Modelo	FSH 240
Motor	Eléctrico
Velocidad máxima en vacío (km/h)	30
Velocidad máxima en lleno (km/h)	30
Velocidad máxima en subida (m/min)	13
Velocidad máxima en bajada (m/min)	13
Capacidad bajo spreader (T)	40
Tiempo medio de carga (varía 30 a 180 seg) (seg)	105

Fuente: elaboración propia

En cuanto al recorrido a realizar por el equipo y dado que la distancia a recorrer desde el muelle hasta la zona de transferencia dependerá tanto del atraque en el que esté situado el barco como de la bodega, se determina una distancia media de 280 metros, que redondeando se amplía a 300 metros. Así pues, si el equipo circula a una velocidad de 30 km/h, el recorrido de ida lo podría hacer en 36 segundos (0,6 minutos), el tiempo de carga del contenedor en el área de transferencia se supone de 1 minuto, el tiempo de vuelta al muelle lo realiza en 36 segundos y el tiempo de descarga del contenedor en el muelle también se supone de 1 minuto. Además, se añade 105 segundos, como tiempo medio de carga que se realizaría tras cada servicio, aunque no sería necesario realizarlo habitualmente. En total, cada *Shuttle Carrier* tardaría 4 minutos aproximadamente. Por lo tanto, en una hora, el número de viajes a realizar sería de:

$$n^{\circ} \text{viajes por hora} = \frac{60 \text{ min}}{4 \text{ min}} = 14,88 \text{ viajes/hora} \quad (25)$$

Puesto que se van a instalar 3 grúas, y la productividad de las grúas elegidas es de 25 movimientos/hora, en una hora punta en la línea de atraque se podrían descargar hasta 75 contenedores.

$$n^{\circ} \text{ShC} = \frac{75 \text{ contenedores/hora}}{14,88 \text{ viajes/hora}} = 6 \text{ ShC} \quad (26)$$

Por lo tanto, para el sistema de interconexión muelle-patio se necesitan 6 ShC. Dado que los equipos deben pasar de forma periódica revisiones de mantenimiento o por si surgieran imprevistos, se propone la adquisición del 20% adicional de equipos

$$n^{\circ} \text{ShC} = 6 \text{ ShC} \times 1,20 \approx 8 \text{ ShC} \quad (27)$$

El modelo Kalmar *FastCharge Shuttle Carrier* necesita de la instalación de estaciones de carga en la terminal. Las estaciones de carga están formadas por un pantógrafo, un palo de carga y una estación de energía, y cargan al equipo por contacto en la parte superior de la máquina. Se propone colocar las estaciones de carga en la parte final de cada bloque de modo que, el equipo pueda cargarse a lo largo del ciclo de trabajo, mientras espera a recoger un contenedor, sin crear generar impacto en la productividad general de la terminal, tal y como se muestra en la siguiente imagen:

Ilustración 111. Representación de la estación de carga rápida del Shuttle Carrier

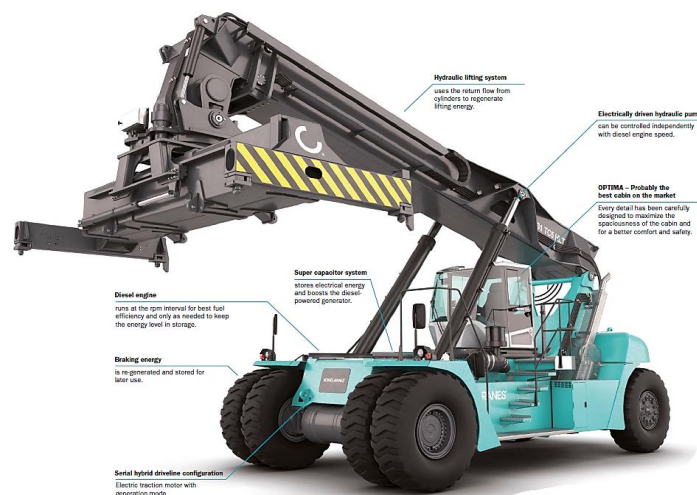


Fuente: <https://www.kalmar.es/equipment-and-services/shuttle-carrier/FastCharge/>

Por otro lado, los equipos elegidos para resolver la interfaz vía ferroviaria-puerto son los *Reach Stackers*. Estos son los equipos que actualmente realizan estas labores en la vía ferroviaria de la terminal de TMS. Así pues, se encargarán de cargar o descargar el tren, acopiando los contenedores en el andén tras su descarga.

El equipo propuesto es la versión híbrida de las *Reach Stacker*, uno de los equipos más novedosos de la empresa *KoneCranes*. La adquisición de estos equipos, reducirán el consumo de combustible en más de un 30%, reduciendo hasta en 100 toneladas de emisiones de CO₂ a las 5000 horas de funcionamiento al año. El **Reach Stacker híbrido** recupera la energía creada al frenar y bajar cargas y la almacena en el supercondensador para su uso posterior. Un motor diésel de bajo consumo propulsa un generador y proporciona la energía eléctrica necesaria para el almacenamiento de energía. El almacenamiento de energía, a su vez, proporciona energía eléctrica al motor de accionamiento eléctrico, así como a los motores eléctricos que accionan las bombas hidráulicas

Ilustración 112. Hybrid Reach Stacker by KoneCranes



Fuente: <https://www.kcliftrucks.com/products/ecolifting/hybrid-drive>

Las características técnicas del equipos seleccionado se muestran a continuación:

Ilustración 113. Datos técnicos Hybrid Reach Stacker

TECHNICAL DATA : SMV 4531 TC5 HLT **KONECRANES®**
Lifting Businesses™

LIFTING DATA		
Lift capacities (at load center LC1 / LC2 / LC3)	kg	45 000 / 31 000 / 16 000
Lift capacities (at load center LC1 / LC2 / LC3 at max lifting height)	kg	45 000 / 31 000 / 16 000
Load centers (LC1 / LC2 / LC3)	mm	2 000 / 3 850 / 6 350
Lifting speed, unloaded / at 40 % load / at rated load	m/s	0,38 / 0,35 / 0,23
Lowering speed, unloaded / at rated load	m/s	0,35 / 0,4
DRIVING DATA		
Drive speed forward, unloaded / at rated load	km/h	24 / 22
Drive speed reverse, unloaded / at rated load	km/h	24 / 22
Incline (driving ability) at rated load at 0 km/h/at 2 km/h	%	20 / 12
Towing (power ability) at rated load at 0 km/h/at 2 km/h	kN	120/ 120
SERVICE WEIGHT / AXLE PRESSURE		
Service weight	kg	71 800
Axle pressure front at load center LC1, unloaded / at rated load	kg	37 500 / 102 200
Axle pressure front at load center LC2, unloaded / at rated load	kg	42 000 / 95 500
Axle pressure rear at load center LC1, unloaded / at rated load	kg	34 300 / 14 600
Axle pressure rear at load center LC2, unloaded / at rated load	kg	29 800 / 7 300
Axle pressure in driving position, front/rear (at rated load)	kg	93 100 / 23 700
DIESEL ENGINE POWERED GENSET (CAN bus controlled)		
Engine make / model name		Volvo TAD 873 VE
Emission approval EU / US		Stage 4 / Tier 4f
Monitoring / emission controlled / CanBus		Yes / yes / yes
Fuel / type of engine / intercooler		Diesel / 4stroke / yes
Power ISO 3046 / max speed	kW / rpm	235 / 2 200
Torque ISO 3046 / at speed	Nm / rpm	1 300 / 1 310
Displacement / No. of cylinders / type	L	7,7 / 6 / inline
Fuel consumption, normal driving	L/h	10-12
Generator, type/power / voltage	/ kW / V	Permanent magnet, direct drive, oilcooled / 250 / 700
Starting battery, voltage/capacity	V / Ah	2 x 12 / 140
ENERGY STORAGE (CAN bus controlled)		
Type		Super capacitor, 6x130 V modules
Functional principle		Produced energy from Genset, and recovered from Braking or Lowering is utilized by any machine function as required
Energy storage capacity / Power capacity	kWh / kW	1.0 / 300
Cooling		Forced air (inherent cooling fans)
DRIVE AXLE & BRAKE SYSTEM		
Electric drive motor make / type		BAE Systems Eaxle / asynchronous AC motor, oil cooled
Drive motor power / tractive effort		200 / 109
Drive axle make / model name	kW / kNm	Kessler / R102
Driving brake system, type / affected wheels		Wet disc brake / spring release / drive wheels
Parking brake system, type / affected wheels		Wet disc brake / spring release / drive wheels
STEER AXLE & STEER SYSTEM		
Steer axle type / steering system		Double acting cylinder / hydraulic servo assisted
WHEELS		
Number of wheels, front + rear / type (*driven)		-4+2 / pneumatic
Tire pressure front / rear	MPa	1.0 / 1.0
Tire dimensions (Ply rating) front / rear	inch (No)	18.00 x 25" (PR 40) / 18.00 x 25" (PR 40)
Rim dimension front / rear	inch	13.00 x 25" / 13.00 x 25"
HYDRAULIC SYSTEM (CAN bus controlled)		
Hydraulic pump make / model name		Parker Hannifin / EPump
Hydraulic system / pump types		Load sensing system / piston pump/hydraulic motor - direct drive by electric motor/generator (x2 - boom lifting / boom extension)
		Load sensing, re-generative system / piston pump - direct drive by electric motor (x2 - boom boost / steering, spreader/hyd, brakes)
Power-on-demand / Low energy / Separate oil tanks		Yes / yes / hydraulics & brakes
Nominal hydraulic oil pressure boom / spreader	MPa / MPa	24 / 15
TANK VOLUMES		
Diesel tank volume	L	650
Hydraulic tank volume	L	850
LIFT EQUIPMENT & SPREADER		
Spreader make / type		ELME 817MPS / Toplift (container)
Spreader functions		20-40 ft. containers
Spreader locking containers / lifting eyes		-4 x top twist locks / 4 x in corners
Sideshift stroke / rotation / pile slope type (pile slope stroke)	mm / deg /	± 800 / +195 / -105 / Manual MPS (± 2,0)
OTHERS		
Safety, Monitoring & overload system / programmable / colour		Electronic system EMC / yes / yes
Manual sliding cabin / stroke	/ mm	Yes / 1 800
Noise level (inside Cab / Lm)	DIN 45635	dB(A)
Noise level (inside Cab / LpA2)	EN 12053	75
Noise level (outside at 7 m / Lwa)	2000/14/EC	111
NORMS & STANDARDS (including sub-ordinate ones)		
Machine Directive in Europe	2006/42/EC	Yes, CE marked for compliance
EMC directive	2004/108/EC	Yes, CE marked for compliance
Low voltage directive	2006/95/EC	Yes, CE marked for compliance
Safety of Industrial trucks - reach stackers	ISO EN 3691-2	Yes
Safety of Industrial trucks	EN 1175-1, -2, -3	Yes
Stability of Industrial Trucks	ISO 13562	Yes
Industrial trucks - electromagnetic compatibility	EN 12895	Yes
Ind. trucks - safety req. for traction batteries	EN 502723	Yes
Safety related parts of control system	ISO 13849	Yes

Fuente: KoneCranes

La actividad de los *Reach Stackers* se centrará en cargar y descargar los contenedores de los trenes y de manipular los contenedores especiales que no podrían manipular los *Shuttle Carriers*. Por lo que, considerando estas premisas, hay que establecer el número de equipos necesarios.



La longitud del tren que actualmente accede a la terminal, es de aproximadamente 500 metros, es decir, 25 plataformas para albergar contenedores de hasta 45 pies. Por ello, se propone la adquisición de 2 unidades ya que, mayor número de equipos trabajando en el andén podría reducir la productividad.

Por otra parte, dado que los *Reach Stackers* no pueden acceder a los bloques de almacenamiento por sus dimensiones y porque entorpecerían la fluidez del resto de tráfico, se propone que los *Shuttle Carriers* se encarguen de recoger o acopiar los contenedores en el andén ferroviario.

Resumen del equipo necesario para la Fase principal:

— *Shuttle Carriers:*

- 6 para puerta marítima
- 2 para puerta ferroviaria
- 2 de reserva

— *Reach Stackers:*

- 2 para puerta ferroviaria
- 1 de reserva

Equipos para Fase secundaria

Para la interconexión entre el muelle y el patio de almacenamiento en la Fase secundaria, se utilizará el mismo equipo que se utiliza tanto para almacenarlos como para realizar la recepción o entrega a los transportistas, ya que los *Automatic Straddle Carriers* son capaces de recoger el contenedor del suelo, transportarlo, almacenarlos y depositarlos sobre camión (ver 5.3.3). Estos equipos permiten apilar hasta cuatro contenedores en altura y levantar cargas de hasta 50 toneladas, en función del modelo. Además, tiene una velocidad máxima de 24-30 km/h. Con la *A-Strad* se consigue una mayor eficiencia, operaciones más predecibles, mayor disponibilidad, mayor seguridad y mayor vida útil del equipo.

Ilustración 114. Características técnicas Straddle Carrier de Liebherr

	1 sobre 2	1 sobre 3
Longitud	10 m	10 m
Anchura	4,94 m	4,94 m
Altura	12,7 m	15,6 m
Altura bajo el bastidor de izado	9,2 m	12 m
Altura de apilado	3 contenedores	4 contenedores
Peso propio total en vacío	62 t	64 t
Paso	2 m/3,7 m/2 m	2 m/3,7 m/2 m
Radio de giro	9,61 m	9,61 m
Carga de trabajo segura	40 t en elevación simple 50 t en elevación doble	40 t en elevación simple 50 t en elevación doble
Velocidad de elevación a plena carga	18 m/min	18 m/min
Velocidad de elevación en vacío	26 m/min	26 m/min
Velocidad de traslación a plena carga	30 km/h	25 km/h
Velocidad de traslación en vacío	30 km/h	25 km/h
Dimensiones de la cabina	2100 x 1500 x 2000 mm	2100 x 1500 x 2000 mm
Potencia nominal	340 kW	340 kW

Fuente: <https://www.liebherr.com/es/esp/productos/gruas-maritimas/equipamiento-de-puerto/straddle-carrier/straddle-carriers.html#!/mcm-straddle-carriers-accordion-start=mcm-straddle-carriers-accordion-technical-specifications-start>

Por último, se procede a estimar el número de unidades de *Automatic Straddle Carriers* necesarias para dar servicio a esta nueva área de almacenamiento en fase secundaria. Siguiendo la metodología empleada para hallar los equipos necesarios para la fase principal y teniendo en cuenta que, el recorrido medio a realizar es de 500 metros a una velocidad de 25 km/h y que de los máximos movimientos a la hora de todas las grúas, solo el 15% de los contenedores irán al patio norte, se obtiene que es necesario adquirir 3 *Straddle Carriers*.

7.3.3.2. Diseño del área de transferencia

Áreas de transferencia en Fase principal

El área de transferencia de los equipos de interconexión con los bloques manipulados por las ASC, se sitúan en la parte central de la terminal. De este modo, se consigue separar el tráfico externo del tráfico interno propio de la terminal, con el consecuente incremento de la seguridad y la eficiencia en las operaciones.

En cada bloque se han generado 3 pasillos de 34 metros de longitud y 6 de ancho cada uno, para el intercambio de la mercancía. De este modo, en cada pasillo, la ASC podrá dejar en el suelo hasta dos contenedores por pasillo. Los pasillos irán separados por una valla de poca altura de modo que, visualmente sean más perceptibles y no haya riesgo de que la maquinaria invada el pasillo de al lado. Como se ha comentado en el apartado anterior, al final de cada bloque, se instalará una estación de carga rápida (ver Plano 5 en Anexos).



El recorrido a realizar por los *Shuttle Carriers* para llegar al área de transferencia es el siguiente:

- Los equipos recogerán el contenedor que, previamente la STS ha posicionado en el suelo en los pasillos centrales entre patas de la grúa o en el pasillo situado tras el carril del lado tierra. Estos pasillos tienen un ancho de 6 metros cada uno.
- Una vez han recogido el contenedor, se incorporarán a los viales que discurren junto a los bloques.
- Por último y en función del bloque al que se dirigen, deberán incorporarse a los dos carriles más cercanos a ese bloque, para finalmente, poder acceder al carril de transferencia correspondiente.

En la puerta ferroviaria, también se distingue un área de transferencia, en la cual los *Shuttle Carriers* recogen o acopian los contenedores en el andén para que, los *Reach Stackers* puedan depositarlos en las plataformas del ferrocarril.

El andén tiene una longitud de 550 metros y un ancho de 15 metros, como el existente en la terminal de TMS.

Áreas de transferencia en Fase secundaria

En el desarrollo de la terminal en Fase secundaria, se ha creado en la zona norte una nueva área de depósito de contenedores. Dado que la maquinaria escogida para esta nueva área son los *Straddle Carriers*, no es necesario disponer de un área de transferencia como tal, ya que, los mismos equipos serán los encargados de recoger el contenedor de la zona del muelle, desplazarse por los carriles exteriores situados junto los bloques centrales de las ASC hasta llegar al área de almacenamiento norte, donde se incorporarán a uno u a otro pasillo en función de la ruta especificada (Ver ejemplo en Ilustración 79).

7.3.4. Subsistema de recepción/entrega

7.3.4.1. Automatización del subsistema

Una de las ideas principales en las que se basan las terminales marítimas de contenedores, resulta de reducir al tiempo estrictamente necesario, la estancia de los buques en la terminal. De modo que, para ello, la terminal debe estar totalmente preparada para dar servicio de una forma óptima al buque. El rendimiento de los trabajos que presenta cada terminal, suele estar expresado mediante estadísticas, que le indican a las navieras y a la propia terminal, cómo de bien están llevando a cabo el servicio al buque y al resto de participantes de los otros subsistemas. Existen diversos indicadores que reflejan el estado de las terminales. Uno de ellos es el TTT (*Truck Turnaround Time*) o Media de Tiempo en servir a un camión (carga o descarga). Es uno de los indicadores más importantes por las navieras para evaluar el rendimiento del puerto en el que van a hacer escala. Este indicador marca la media de tiempo que un camión externo tarda en ser servido en la terminal, desde que accede a las instalaciones hasta que sale por la puerta, sin incluir el tiempo de espera fuera de la terminal. Dado que existen ciertas franjas horarias en las que la afluencia de camiones es muy elevada, es normal que se formen largas colas para acceder a las instalaciones (Rodrigo de Larrucea, 2018). Por esta razón, son más las terminales que optan por un sistema de reservas de turnos (*VBS-Vehicle Booking System*), donde para cada hora de puerta, hay asignado un número máximo de turnos. Cada empresa transportista que quiera acceder a la terminal, deberá previamente haberse registrado en el sistema para poder reservar su turno. Este sistema evita largas colas y permite accesos más organizados en la entrada de la terminal, al mismo tiempo que organiza mejor las operaciones de la terminal. Al conocer con anticipación los contenedores que se van a entregar, la terminal puede realizar la operativa necesaria para preparar los contenedores para su entrega.

Finalmente, el protocolo de acceso a la terminal de contenedores es el siguiente:

1. El camión accede a la puerta de la terminal de contenedores a la hora estipulada, según la reserva previa de su turno. El lector de matrículas identifica al camión y le envía la información sobre el bloque al cual debe acudir, así como la identificación de la calle de transferencia.
2. Una vez el camión está situado en la calle de transferencia adecuada, el conductor deberá bajarse del camión por razones de seguridad y acercarse al poste informático situado en cada carril de transferencia. Introducirá la información solicitada. Si hubiera algún problema, el conductor puede pulsar un botón específico de ayuda y se le comunicará con las oficinas de control para solucionarlo.
3. La grúa ASC del bloque procesa la información recibida del conductor y comprueba tanto la información como la situación del contenedor.
4. Si la maniobra es de carga, la grúa ASC recogerá el contenedor correspondiente y lo situará en la vertical del camión. A partir de este momento, los operadores de control remoto comprueban que el spreader está en la posición adecuada, activan de nuevo la grúa y descargan el contenedor sobre el camión. Esta fase final de la interconexión entre el patio y el camión se realiza de modo semiautomático, por razones de seguridad. Si la operación es de descarga, se realizaría el mismo procedimiento, pero de forma inversa.
5. Una vez finalizada la maniobra de carga o descarga, el semáforo cambia a color verde para que el conductor pueda volver a introducirse dentro del camión y marcharse del área de transferencia.

7.3.4.2. Dimensionamiento de las puertas de acceso

Con el objeto de laminar el flujo de tráfico es imprescindible un buen dimensionamiento del número de viales a disponer para la entrada a la terminal. En cuanto a los viales de salida, habitualmente no es necesario igualarlos a los de entrada, ya que la salida suele ser más escalonada, por lo tanto, se suelen disponer menos carriles. Diversos autores indican como valor de referencia en 1,4 la relación existente entre los carriles de entrada respecto a los de salida.

Para el dimensionamiento de las puertas de entrada de camiones a la terminal se ha seguido las recomendaciones de (Gutiérrez Sánchez, David, 2015). Este TFM muestra los resultados de un estudio de las 20 terminales de contenedores más relevantes para el dimensionamiento de este subsistema.

Algunos factores son importantes para intentar reducir la probabilidad de que este subsistema se convierta en el cuello de botella de la terminal. Una longitud de cola adecuada o la presencia de un estacionamiento previo suelen afectar positivamente al flujo de entrada. Como se verá en el siguiente apartado, la longitud de la vía de acceso a la terminal varía entre 1,8 km y 2,1 km, según la puerta de entrada. Sin embargo, no es posible establecer un estacionamiento previo al acceso a la terminal de contenedores en el Muelle 19 por la urbanización ya existente.

Dado que no se dispone de datos sobre el tráfico que entra a la terminal con carga contenerizada, se realiza una estimación partiendo de la capacidad de almacenamiento prevista para la nueva terminal de contenedores del Muelle 19 de 291.145 TEU/año. Este dato corresponde a la capacidad máxima potencial si ambas fases estuvieran en funcionamiento y si el tiempo de estancia del contenedor fuera de 7 días, siendo así la condición más desfavorable.

Tras consultar el anuario estadístico del año 2018 en la web de Puertos del Estado para la Autoridad Portuaria de Alicante y tras consultar con TMS, del total de contenedores registrados en ese año, el 100% de los mismos eran import/export. Por lo tanto, la capacidad del subsistema de recepción/entrega deberá estar dimensionada para 291.145 TEU/año. Para saber el número de contenedores, se aplica el factor de conversión TEU/Contenedor de 1,82 que se halló en el apartado correspondiente, resultando un valor de 159.795 contenedores/año.

Una vez que se dispone del dato de partida, es importante conocer cómo se va a distribuir ese tráfico, ya que la terminal no trabaja todos los días y ni a todas horas. La suposición que se hizo en el apartado del Cálculo de la Capacidad en la línea de atraque, los días operativos de la terminal se estipularon en 360 días, ya que por razones climáticas u otros factores, podría darse el caso de que la terminal no estuviera operativa todos los días del año. Por otro lado, el flujo de camiones no va a ser el mismo todos los días, ya que el horario de las puertas de acceso a la terminal actual de contenedores de TMS varía según el día de la semana, siendo de 08:00 a 20:00 horas de lunes a viernes, de 08:00 a 14:00 horas los sábados y los domingos de forma excepcional. Por esta razón, con el objeto de considerar picos de llegadas más elevados en determinados días o temporadas, se consideran 299 días laborables. La división del tráfico previsto en un año entre 299 días, da lugar a la obtención de la Intensidad Media Diaria (IMD):

$$IMD = \frac{\text{Contenedores/año}}{\text{Días laborables}} = \frac{159.778,00}{299} = 534 \text{ camiones/día} \quad (28)$$

Por otro lado, la proporción de contenedores llenos/vacíos para TMS en 2018 fue de 60% llenos y 40% vacíos.

Como se ha indicado anteriormente, la nueva puerta de acceso a la terminal de contenedores del Muelle 19, va a estar dotada del VBS-*Vehicle Booking System*, para la reserva de franja horaria en la que el conductor deberá llegar a la terminal a recoger o a dejar el contenedor. Este sistema permitirá laminar el flujo de tráfico y se evitarán colas a la entrada de la misma. Con el objeto de dimensionar el número de carriles necesarios para la entrada a la terminal de manera que se pueda dar servicio de forma eficiente en las franjas horarias de mayor tráfico, se hace la suposición de que el pico máximo será de 100 camiones en una hora.

Otro de los sistemas a implantar, será el lector de matrículas en las puertas de acceso, por lo que se estima que cada camión será atendido en un minuto. Por lo tanto, por cada puerta que se instale, se podrá atender a 60 camiones por hora. De modo que, el número de puertas a instalar será de:

$$N^{\circ} \text{ de puertas} = \frac{100 \text{ camiones/hora}}{60 \text{ camiones/hora}} = 1.66 \approx 2 \text{ puertas} \quad (29)$$

Por consiguiente, la instalación de 2 puertas de acceso sería suficiente para no saturar el subsistema. Como se ha mencionado, diversos autores indican como valor de referencia en 1,4 la relación existente entre los carriles de entrada respecto a los de salida. Si se toma esta referencia, sería necesario 1.19 puertas de salida, lo que se aproximará a 2 puertas.



Fuente: <https://www.vict.com.au/our-facilities-and-operations/landside-operations/truck-driver-video/>

7.3.4.3. Diseño de las áreas de transferencia de la mercancía

En el presente apartado se detalla el dimensionamiento en planta del área destinada a la transferencia de contenedores entre los camiones externos y el patio de almacenamiento.

Tal y como se ha detallado en el apartado 7.3.2 Subsistema del patio de almacenamiento, se ha determinado dos áreas bien diferenciadas para realizar la transferencia entre los camiones externos y el patio de almacenamiento: una al sur del muelle, junto a la puertas de entrada y otra al norte de la terminal.

Así pues, el recorrido que realizarán dentro de la terminal para llegar a las áreas de transferencia será el siguiente: después de que los camiones crucen las puertas de acceso a la terminal de contenedores, perimetralmente, se ha diseñado un total de 4 carriles, dos carriles externos de doble sentido de 3,5 metros de ancho cada uno para la circulación por toda la terminal y los dos carriles situados en la parte interna de 5 metros cada uno, que se utilizarán para que los camiones externos puedan realizar la maniobra de marcha atrás para incorporarse a la calle del bloque de forma segura. Una vez se acercan al bloque y a la calle asignada, los camiones externos (OTs) se sitúan en el carril interno y frente al carril de transferencia al que quieren

acceder, de modo que, realizando un giro marcha atrás, logran entrar en el carril de carga o descarga del contenedor. Entre los carriles perimetrales de la terminal y los carriles de transferencia, se deja una distancia de 10 metros, correspondiente al radio de giro de los camiones. Referente a los carriles de transferencia para el intercambio de mercancía, tienen una longitud total de 40 metros. Entre carriles de transferencia, se deja una distancia de seguridad de 2.20 metros (Ver plano 5 en Anexos).

Si se produce la carga de un contenedor al camión, en los postes instalados en cada carril de transferencia, se le indicará al conductor si el camión debe pasar o no por aduanas antes de su salida fuera del puerto. Si es afirmativo, podría darse dos situaciones: el camión debe pasar obligatoriamente por aduanas para una inspección documental del contenedor o el camión debe pasar obligatoriamente por aduanas tanto para una inspección documental como para llevar a cabo una inspección física del mismo. El edificio destinado para el control de aduanas, está situado fuera de la terminal de contenedores del Muelle 19, junto a la puerta situada al oeste en la ruta 2 (ver apartado 7.4).

En las imágenes siguientes, se muestra un ejemplo real del área de transferencia a realizar tanto en la fase principal como en la fase secundaria, respectivamente.

Ilustración 115. Detalle de la operación de carga de un camión por una grúa pórtico automatizada ASC.



Fuente: <https://www.cargoflores.com/terminales-automatizadas-contenedores/>

Ilustración 116. Kalmar AutoStrad™ for Patrick Terminals in Australia



Fuente: <https://www.heavyliftnews.com/kalmar-autostrad-for-patrick-terminals-in-australia/>

7.4 Accesos viarios a la terminal de contenedores

Con el objeto de diseñar la ruta viaria que deben seguir los transportistas hasta la nueva terminal de contenedores en el Muelle 19, es importante identificar los accesos disponibles desde la trama urbana hasta las vías existentes dentro del puerto. Existen dos puertas de entrada al Puerto de Alicante: una situada al oeste y otra al norte. La ruta 1 tiene una longitud de 1,800 metros aproximadamente, mientras que la ruta 2 tiene una longitud de 2,100 metros. Los detalles de las puertas existentes en las Rutas 1 y 2 son los que se muestran en la Ilustración 117 e Ilustración 118, respectivamente.

Ilustración 117. Entrada al Puerto de Alicante por la Ruta 1.



Fuente: Google Earth

Ilustración 118. Entrada al Puerto de Alicante por la Ruta 2.



Fuente: Google Earth

Una vez los camiones han traspasado las puertas de acceso general al puerto, se dirigirán por una de las dos rutas hasta el Muelle 19. Se disponen dos carriles de acceso hasta llegar a la zona de entrada a la nueva terminal, donde se han proyectado dos carriles adicionales para la incorporación a los carriles de acceso a las puertas. Ya en las puertas de entrada a la terminal, se proyectan tres carriles de entrada al patio de almacenamiento. El carril situado más a la derecha está reservado para la entrada de los vehículos, quedando los otros dos reservados para el acceso exclusivo de camiones. Tras la apertura de la barrera de acceso cuando se hayan validado los datos del camión y contenedor, los camiones seguirán las rutas marcadas a lo largo de la terminal. Después de que haya finalizado la recepción o entrega del contenedor, saldrán



Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



por uno de los dos carriles de salida de la zona de puertas para que, por último, se incorporen a la rotonda que les guiará hasta los dos carriles de salida de la terminal.

Si el camión, tras haber recogido un contenedor de la terminal, debe ser revisado por aduanas, éste se dirigirá al edificio del PIF previamente a su salida del puerto. Si no lo hiciera, se denegaría su salida en las puertas principales del puerto.

7.5 Trazado del ferrocarril en la nueva terminal automatizada

En este apartado se va a analizar el trazado a recorrer por el ferrocarril para llegar a la nueva terminal de contenedores situada al final del Muelle 19. Como se comentó en el apartado correspondiente acerca de las nuevas obras realizadas en la terminal de TMS en el año 2020, una de las cuatro actuaciones del proyecto, fue la modificación de un área determinada de la infraestructura ferroviaria existente.

La vía principal que accede por el oeste del Puerto de Alicante, se bifurca en la vía III (vía que se sitúa junto al andén) y en la vía I (vía más alejada del andén). Posteriormente, a unos pocos metros, la vía III se vuelve a bifurcar mediante el desvío, en la vía II (ver Ilustración 43). Tras circular 500 metros, se observa el desvío 3, el cual conecta las vías II y III. Finalmente, y tras superar la curva de radio 135 metros, se observa el desvío 4. La Ilustración 119 refleja el nuevo trazado ferroviario tras las obras.

Ilustración 119. Vía ferroviaria en Terminal TMS. Desvío 4 y desvío 3 modificado entre parcelas 19.1 y 19.2.



Fuente: TMS

Considerando que ya hubiera un tren en la vía III operando para la carga/descarga de mercancía para el Muelle 23, el tren que accede para operar en la nueva terminal, debería entrar por la vía II o I, utilizar el desvío 4 y más adelante el desvío 3 modificado. Es importante que el tren situado en la vía III no supere el piquete de vía. Una vez que el tren ha terminado la operativa y se dispone a salir de la nueva terminal, existen varias posibilidades. La locomotora que antes traccionaba a los vagones, ahora debe empujar toda la composición para salir de la nueva terminal. En este punto, sería necesario un exhaustivo estudio de maniobrabilidad del tren ya que se podría plantear que el tren tuviera dos locomotoras, una en cabeza y otra en cola. Incluso, se podría estudiar realizar un nuevo desvío hacia el final del muelle de modo que, la locomotora pudiera escapar. Un nuevo desvío implicaría aumentar la infraestructura ferroviaria y, por tanto, restar capacidad de almacenamiento en la nueva terminal. Es importante tener en cuenta que también dependerá de la longitud de la composición.

Actualmente, la terminal de TMS gestiona dos servicios semanales ferroviarios ALC-MAD con composiciones de hasta 500 m y 40.000 TEU anuales por sentido.



7.6 Instalaciones auxiliares

En este apartado se describe las instalaciones auxiliares que complementan la actividad de la terminal.

7.6.1. Oficinas

Las oficinas de la terminal se localizan al sur del Muelle 19, junto a los accesos de vehículos. Esta localización permite tener una vista 360º de algunos de los elementos más importantes de la terminal, de modo que se pueda controlar los accesos, las operaciones de carga y descarga de los buques, así como la recepción o entrega de los camiones externos en las pilas. Otra localización posible que se planteó era en el lateral Este del muelle, pero la prolongación de las vías y la urbanización impidieron esa ubicación.

En cuanto a su geometría, dado el espacio reducido disponible, se plantea un edificio de doble altura de 27 m de longitud y de 10 metros de ancho, muy similar al edificio principal de TMS en la actualidad. En la zona anexa al edificio, se ubicarán zonas de aparcamiento de vehículos para el personal que trabaje en las instalaciones. En este edificio se incluirá la sala de control y desarrollarán todas las operaciones administrativas y relación con los clientes.

Aunque en la terminal ya existe una oficina central de TMS donde están ubicados todo el personal de administración, directores de las distintas áreas y el resto de trabajadores que planifican las operaciones, se decide instalar otro edificio para oficinas para el control de la nueva terminal. Como ventaja importante respecto al edificio existente de TMS, es que éste se encuentra ubicado en plena terminal, de modo que las operaciones se pueden seguir con más detalle para actuar de manera más rápida y eficaz ante imprevistos.

7.6.2. Taller de mantenimiento y reparación

El taller de mantenimiento de la maquinaria se sitúa en la parte este de la terminal. En esta nave se efectuarán las operaciones de mantenimiento y reparación de todo tipo de maquinaria que los precise. Las dimensiones del edificio son de 35 metros de longitud por 15 metros de ancho.

7.6.3. Área de inspección aduanera

El edificio y el área destinado a la inspección aduanera se sitúa fuera de la terminal, ubicado junto a la entrada de la ruta 2 del puerto. En estas instalaciones se lleva a cabo el control y la inspección de los productos que se importan y exportan, asegurando que reúnen adecuadas condiciones higiénico – sanitarias, de calidad comercial y de seguridad industrial. Estas áreas suelen estar dotadas de un sistema electrónico que facilita las tareas de inspección a todos los agentes implicados.

El puerto de Alicante inauguró oficialmente estas nuevas Instalaciones Fronterizas para el Control de la Mercancía (IFCM) en marzo de 2011. La principal novedad que aportó la entrada en funcionamiento del nuevo Puesto de Inspección Fronteriza (PIF) es la capacidad del Puerto de Alicante para integrar en un mismo espacio físico a los distintos organismos que intervienen en los procedimientos de control, proporcionando una mejora cualitativa y cuantitativa. Estas mejoras significan mayor agilidad en la tramitación y en la inspección, al intervenir varios servicios coordinados y con proximidad geográfica, o en una reducción de los tiempos de estancia del contenedor, lo que favorece la disminución del tiempo de transporte global de la mercancía. Los diferentes organismos que trabajan coordinados en los edificios son: el Servicio Oficial de Inspección, Vigilancia y Regulación del Comercio Exterior (SOIVRE), el Instituto de



Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



Comercio Exterior (ICEX), la Dirección Provincial de Comercio Exterior, Aduanas, Guardia Civil y Sanidad Exterior, Animal y Vegetal (Autoridad Portuaria de Alicante, s.f.).

Ilustración 120. Edificio de Servicio del PIF situado en Muelle de Poniente.



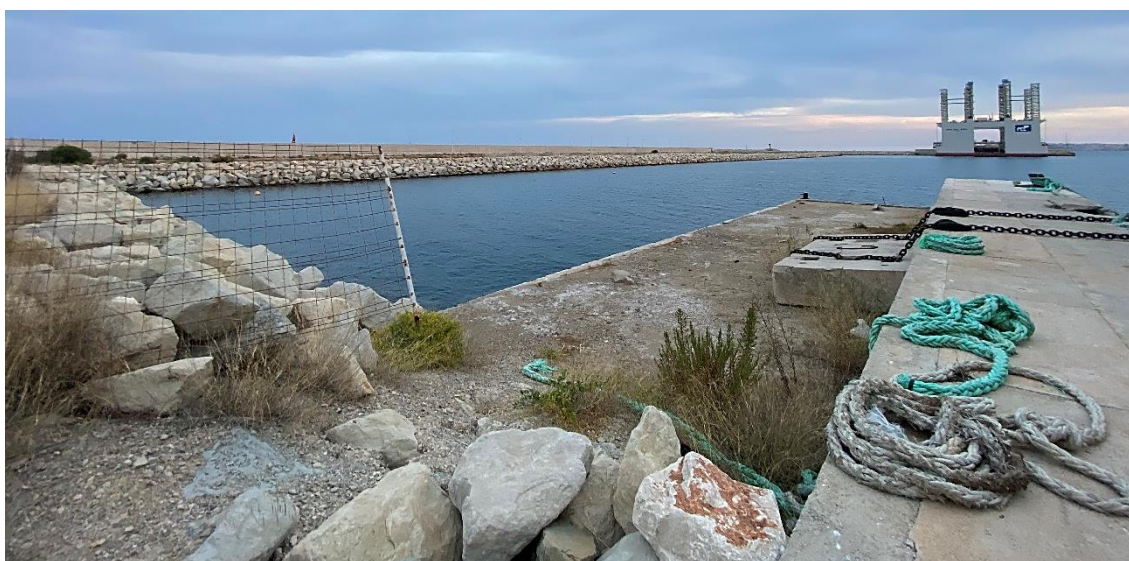
Fuente: http://www.veintepies.com/secciones/alicante_more.php?id=D70618_0_30_0_M

7.7 Obra civil necesaria

En primer lugar, para explotar la parcela situada al Sur del Muelle 19, actualmente propiedad de la APA, es necesario finalizar la alineación del muelle mediante la ejecución de cajones y el posterior relleno del trasdós. Posteriormente, hay que realizar todos los trabajos necesarios para albergar los carriles de la grúa y el resto de instalaciones. A continuación, se explica de forma general y sin entrar en detalles de cálculos, las fases de ejecución a seguir para finalizar la infraestructura y la superestructura.

En la imagen siguiente, se adjunta la situación actual del área de actuación. En ella se observa el último cajón del Muelle 19, la alineación de cajones que debe seguir hasta alcanzar el dique de cierre donde, actualmente se encuentra el cajonero propiedad de FCC y el área de relleno, en la cual, se establecerá la zona de almacenamiento de contenedores y el resto de servicios.

Ilustración 121. Vista general del área de actuación en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



Fuente: propia

7.7.1. Ejecución de la infraestructura

— Dragado

Primeramente, tendría lugar el dragado del área de apoyo de los nuevos cajones, con el objeto de eliminar la capa de fango y alcanzar el estrato competente. Según la geotecnia, este estrato se encontraría a una profundidad aproximada de un metro. El área a dragar es de aproximadamente 15.000 m² en una longitud de 450 metros.

— Construcción de los cajones

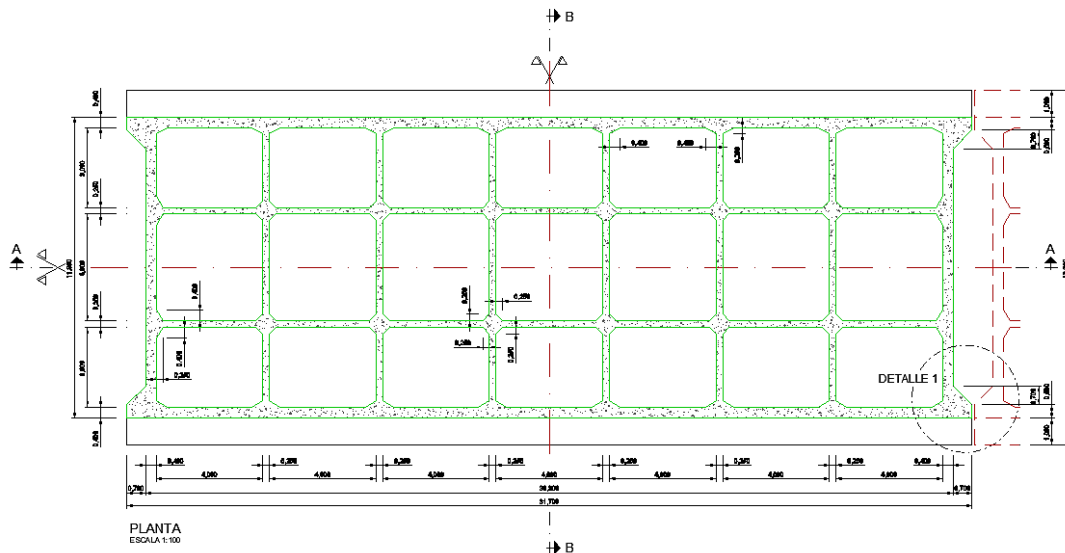
Una vez alcanzado el estrato competente, se comenzaría a verter la escollera tanto para la base de la banqueta como la de protección de la banqueta. Previamente, comenzaría la fabricación de los cajones en la misma dársena y dado que, el cajonero de SATO que realizó los cajones de la dársena sur está atracado en el muelle 19, a priori, podría realizarlos el mismo. Podría estudiarse la ejecución de la misma tipología de cajón construida o fabricar cajones antirreflejantes, ya que, por la orientación de la bocana, en esa alineación del muelle podría incidir el oleaje provocado por el viento de tierra. Debido a la orientación de la bocana, se distinguen 3 condiciones meteorológicas:

- Las condiciones reinantes y dominantes son de Levante, con vientos procedentes de los sectores este y nordeste (ENE) que, debido a su persistencia, inducen un oleaje importante en la misma dirección. Este oleaje es modificado por la presencia de la costa, por lo que, en las proximidades del puerto, la dirección de propagación del oleaje ha girado al segundo cuadrante (ESE)
- Condición de sur, con vientos menos fuertes del sector sur que inducen un oleaje dirección SSE en la zona del Puerto.
- Condición de viento de tierra de Lebeche (WSW) que, aunque de menor frecuencia de presentación, en ocasiones se asocia con oleajes de componente SSW en la zona del Puerto. Este oleaje dificulta el acceso de los buques y aumenta la agitación en el interior de la dársena

El muelle 19 está formado por cajones tipo de planta rectangular de 31,70 m de eslora, 11,30 m de manga y un puntal de 15,00 m. Están aligerados interiormente mediante 3 filas de celdas cuadradas (de 3,00 m de ancho las exteriores y 4,00 m de ancho las centrales). Las paredes de hormigón de los cajones tienen 25 cm de espesor en las paredes interiores y 40 cm en las paredes exteriores (Díaz, Escartín, Baciero, & Elía, 2009).

El conjunto apoya sobre una losa de fondo de 60 cm de espesor con un vuelo de 1,0 m, tanto en el lado mar como en el lado relleno, y va dispuesta sobre una escollera en el fondo marino. Los cajones se transportarán hasta su emplazamiento y se fondearán sobre dicha escollera. A continuación, se rellenarán las celdas con material granular y finalmente se construirá la superestructura. El hormigón a utilizar sería el siguiente: HA-30 / B / 20 / IIIb + Qb

Ilustración 122. Definición geométrica en planta del cajón tipo del Muelle 19.



Fuente: TMS

Por lo tanto, teniendo en cuenta que la alineación a finalizar es de 445 metros aproximadamente, sería necesario construir 14 cajones de 32 metros de eslora.

— Relleno del trasdós de los cajones

Una vez fondeados los cajones en su posición, se procederá al relleno del trasdós de los cajones. Este relleno podría formarse con el material dragado y con material de procedencia externa. Dado que actualmente, la Autoridad Portuaria sigue rellenando dicha área y, por tanto, existen



los viales de acceso adecuados, la maquinaria accederá al muelle desde el cual y dejando la oportuna distancia de seguridad, aportarán el material desde el borde del talud.

— Precarga del material de relleno

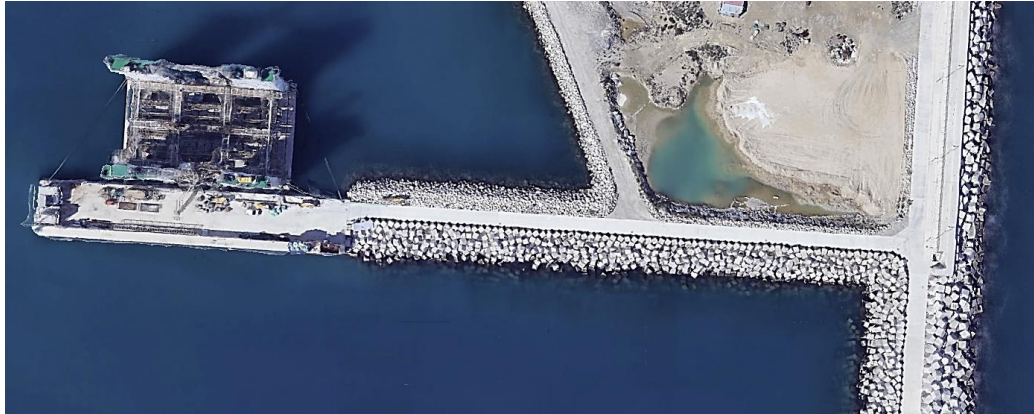
Con la finalidad de mejorar la consolidación de los rellenos y adelantar en lo posible la explotación de la zona, se recomienda realizar precargas en el terreno. La geometría en planta, altura de los terraplenes y el tiempo de precarga será la suficiente para conseguir el grado de consolidación del terreno apropiado para resistir las cargas de forma que no se produzcan asientos diferenciales en un futuro que puedan afectar a la operativa de la terminal. Dada la magnitud e importancia de las precargas que se proyectarán, se deberá seguir el sistema de auscultación, mediante la instrumentación fijada en proyecto (placas de asiento, tuberías inclinométricas, etc.) así como un exhaustivo control topográfico.

7.7.2. Ejecución de la superestructura

— Finalización de la superestructura del dique de cierre

Como se observa en la ilustración siguiente, la parte este del dique de cierre es un dique en talud y la parte oeste está formada por dos cajones con espaldón. Por lo tanto, es necesario ejecutar el espaldón para aumentar la cota de coronación del dique y eliminar los rebases a la nueva terminal de contenedores.

Ilustración 123. Vista en planta del dique de cierre actual en el Puerto de Alicante.



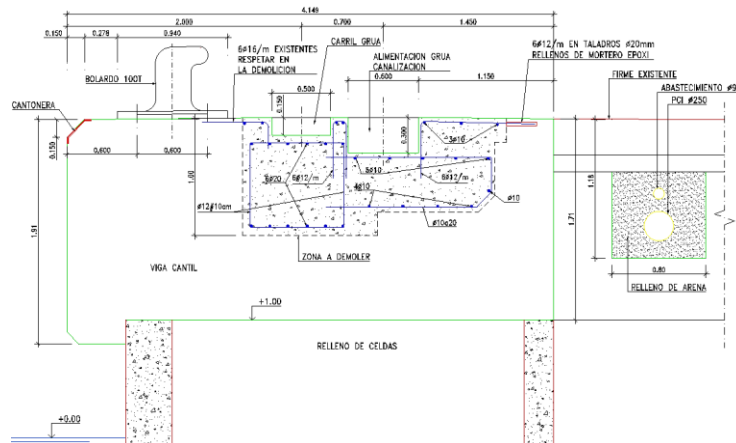
Fuente: Google Earth

— Ejecución de la viga cantil

La viga cantil existente en el Muelle 23 tiene una sección rectangular de 4,15x1,70 metros aproximadamente (ver Ilustración 124). La viga cantil del Muelle 19 tendrá una sección parecida a la existente en el Muelle 23, aunque se eliminarán los bolardos y se colocarán los nuevos sistemas de amarre. Además, los cajeados a realizar para albergar tanto el carril de la grúa como el canal para el cable de alimentación de la misma, deberán alejarse más del cantil del muelle debido al área de operación que necesitan los nuevos sistemas de amarre.

Dada la experiencia que se ha tenido en la Actuación 4 con la remodelación de la viga cantil para hacer dichos cajeados, se recomienda el armado de la viga, o al menos, la colocación de armadura de piel.

Ilustración 124. Sección viga cantil actual en Muelle 23



Fuente: TMS

— Ejecución de viga pilotada

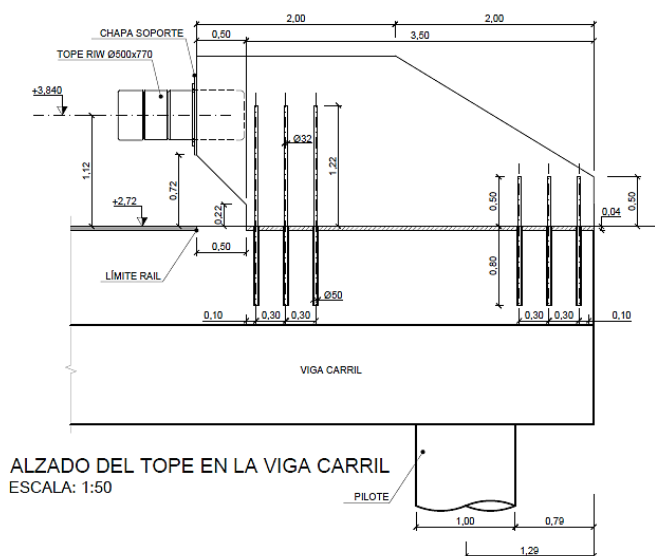
La grúa *portainer* circula sobre carriles que se apoyan en la viga cantil, por el lado mar y en una viga de hormigón armado, cimentada mediante pilotes en el lado tierra. La ampliación prevista requiere realizar una viga pilotada de aproximadamente 600 metros.

Se ha utilizado un diseño semejante a la actual (Ilustración 50), con una viga de hormigón armado de 1,85 m de canto total en forma de T invertida con anchura en la parte superior de 1 m y en la parte inferior de 2,5 m, de modo que sirva a su vez de encepado de los pilotes.

Los pilotes que se realizarán son excavados, de 1 m de diámetro, mediante el procedimiento de barrena continua para evitar disponer entubaciones de contención de los materiales del terreno. En función del estudio geotécnico, la longitud de cada pilote variará en función de la profundidad a la que se alcance el terreno portante.

Además, se deberán construir las nuevas toperas que tendrán una sección parecida a las existentes:

Ilustración 125. Alzado del tope en la viga carril realizado en Muelle 23



Fuente: TMS

— Ejecución vigas de apoyo para carril grúas ASC

Dado que las grúas ASC circulan por carriles, se deberán ejecutar vigas de apoyo en las zonas previstas en las que circulará la grúa. No se muestra un ejemplo de la sección dado que en el Muelle 23 las maquinarias utilizadas para el almacenamiento de patio son RTG.

— Pavimentación de la explanada

La pavimentación a ejecutar dependerá del tipo de uso que se le dé a cada zona de la terminal. En la nueva terminal se distinguirán dos zonas principalmente: los nuevos viales exteriores y la propia terminal de contenedores. A modo de ejemplo, en la terminal de contenedores existente en el Muelle 23, en la zona de operaciones y de almacenamiento de mercancía, se utilizó pavimento de hormigón HP-40 (HF4 según el cambio de nomenclatura en la ROM) de espesor variable de entre 26 y 35 cm, sobre una base de zahorra artificial de 25 cm de espesor, dispuesta sobre una capa de suelo seleccionado de un metro de espesor. En los viales exteriores, se utilizó pavimento bituminoso de 25 cm de espesor, compuestos por una capa de rodadura tipo S-20 de



5 cm de espesor, una capa intermedia tipo S-25 de 10 cm de espesor y una capa base tipo S-25 de 10 cm de espesor, con los correspondientes riegos de adherencia e imprimación. Este pavimento se construye sobre una base de zahorra artificial de 25 cm de espesor, que se dispone sobre una capa de suelo seleccionado de un metro de espesor (Díaz, Escartín, Baciero, & Elía, 2009).

— Adecuación y prolongación vía ferroviaria

La estructura ferroviaria construida en la actualidad se prolonga hasta el final de la parcela 19.3. Consiste en una vía en placa formada por carril UIC-54 embridado. En primer lugar, sería necesario modificar geoméricamente el tramo de vía que discurre por esta parcela ya que, se observa un zona hundida debido a la pérdida de la capacidad portante del material de las capas inferiores. Después sería necesario eliminar la topera de fin de vía para poder proceder con la prolongación de la vía e instalar los nuevos carriles UIC-54. Por último, se debe ejecutar el andén ferroviario de 15 metros de ancho, siguiendo la configuración geométrica existente en la parcela 19.2.

— Ejecución de las áreas de transferencia

Se construirán dos áreas de transferencia por bloque, tanto para la conexión de los equipos de patio con los equipos automatizados que realizarán la interconexión muelle-patio y otra para la conexión con los camiones externos.

— Servicios

Se instalarán todos los servicios necesarios como la red de agua potable, red contraincendios, red de alumbrado, red de media tensión, fibra, etc.

— Construcción del edificio de la terminal

El edificio de la terminal tiene una superficie de 27 m de longitud y 10 m de ancho y estará formado por dos plantas, de forme que no suponga una pantalla visualmente muy elevada. Además, contará con plazas de aparcamiento cubiertas.

— Construcción de la puerta de entrada a la Terminal

Por último, se instalarán las puertas de la terminal, las cuales, dado que serán automatizadas no necesitan de personal a pie de puerta y seguirán el modelo de puerta instalado en BEST (*Barcelona Europe South Terminal*).

7.8 Contribución a la reducción de emisiones de CO₂

Durante el desarrollo del diseño técnico propuesto de la nueva terminal de contenedores automatizada, además de basar el diseño en la búsqueda de la optimización de las operaciones y en términos de eficiencia operativa, ha ido dirigida a reducir el impacto medioambiental en la atmósfera provocado en el entorno portuario.

Por un lado, respecto a la gestión de la propia terminal, se propone el uso de herramientas informáticas de gestión que permitan a la empresa verificar que cumple con los objetivos mediante el seguimiento y control del consumo energético en todas las actividades y operativas de las terminales portuarias. Para llevar a cabo este control existen varias herramientas informáticas de gestión de instalaciones como el Sistema SCADA. La aplicación informática SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) permite llevar a cabo ese seguimiento y control de las instalaciones y de los procesos a distancia. También se propone la utilización de sistemas *Closing Time* y de Cita Previa, ya que además de reducir la probabilidad de que se formen colas en la entrada de la terminal (aunque no repercute en sí a la propia terminal), sí que ayuda a reducir la huella de carbono emitida por el entorno portuario. Además, implementar sistemas de gestión de apilado asociándola al TOS, podría reducir en un 20% el consumo de energía y un 9% en el número de remociones. En la gestión del patio de almacenamiento se recurre a la agrupación de tráfico en zonas diferenciadas de la terminal, según *import/export*, transbordo, vacíos, contenedores de 20 o 40 pies, contenedores con mercancía peligrosa, especiales, para la carga o descarga del ferrocarril, sobredimensionados, etc. Como contrapartida, esta disposición no es óptima en cuanto al uso del patio ya que requiere del aumento de la superficie de almacenamiento y aumenta los recorridos a realizar. Por ello, se considera mejor opción un régimen caótico de almacenamiento, en el cual el TOS asigne cuál es la mejor posición de un contenedor determinado.

Se recomienda aumentar el nivel de *pooling* ya que puede ayudar al ahorro energético al minimizar los recorridos de los equipos, aunque también aumenta la dificultad para gestionar y planificar las operaciones. Para que este método sea efectivo al aplicarlo en la terminal, el TOS debe ser capaz de recalcular en cada momento de la operativa los recorridos mínimos de cada equipo y enviar órdenes a cada equipo en cada operación.

Además, es importante contar con sistemas de monitorización para el control del estado de los contenedores refrigerados mediante un sistema integral de monitoreo que utiliza el propio cable de energía del contenedor para transmitir al sistema operativo de la terminal cuál es el estado del contenedor. Esta información se puede almacenar, tratar y servir para detectar errores que pudieran poner en peligro la mercancía. Estos sistemas permiten una reducción de los costes de operación al disminuir el tiempo dedicado a la revisión manual para su mantenimiento y una disminución del consumo eléctrico al monitorizar las temperaturas de forma constante y detectar rápidamente

Por otro lado, relativo a los equipos utilizados, en el **subsistema de la línea de atraque**, los nuevos sistemas de amarre *MoorMaster*, son totalmente eléctricos y gracias a su funcionamiento, favorecen a un amarre y desamarre muy rápido, reduciendo así el tiempo de estancia en la terminal, y, por lo tanto, reduciendo en más del 90% las emisiones durante el atraque de barcos debido al uso reducido de remolcadores y motores de los barcos. En cuanto al **patio de almacenamiento** tanto la maquinaria de la Fase principal como la secundaria son eléctricas y automatizadas. Además, gracias al diseño del patio, la maquinaria realizará el mínimo recorrido al situar el área de transferencia en la parte central de la terminal. En el



subsistema de interconexión se ha resuelto la Fase principal con *Shuttle Carriers* eléctricos. Estos se recargan gracias a los pantógrafos que se dispondrán en la entrada a cada bloque en el área de interconexión con el patio de almacenamiento. El tiempo que tardan en completar la carga varía entre 30-80 segundos. Además, para la interconexión con la vía ferroviaria, se propone la utilización del nuevo modelo ecológico de *Reach Stackers* de la marca Kalmar, más eficiente y menos contaminante que los modelos habituales. Por último, en el **subsistema de entrega/recepción**, la automatización de la puerta de entrada a la terminal así como utilizar los sistemas *Closing Time* y de Cita Previa, permite agilizar y reducir las colas a la entrada reduciendo las emisiones de los camiones que esperan su turno. Por otra parte, se ha intentado reducir el recorrido a realizar por los camiones externos y los propios medios de interconexión de la terminal y se prohibirá circular a más de 20 km/h en toda la terminal de modo que se reduzcan los posibles accidentes y las emisiones de gases contaminantes.

8. Viabilidad económica

8.1. Introducción

En el presente capítulo se analiza la viabilidad económica del proyecto de automatización de la nueva terminal de contenedores en el Muelle 19 del Puerto de Alicante. Las terminales automatizadas suponen un gran coste inicial de implantación por el elevado precio de adquisición de la maquinaria, los sistemas de control, la implantación del software, etc. Sin embargo, se produce una reducción en los costes de mano de obra, por lo que, en un momento determinado, el coste de explotación de las terminales automatizadas compensará el gasto inicial.

El objetivo principal de las empresas concesionarias es optimizar las operaciones de las terminales marítimas de contenedores, ya que esto les permite incrementar la productividad, reducir los costos operativos y mantener o incrementar los niveles de ingresos. Además, el uso de equipo y personal adecuados puede aumentar la capacidad de la instalación y, por lo tanto, aumentar los objetivos comerciales.

La automatización que se plantea en este proyecto, corresponde tanto a los equipos del patio de almacenamiento como los de interconexión entre muelle y patio. No obstante, resulta interesante comparar el modelo de terminal automatizada propuesto con el de terminal convencional. Por ello, se realizará la comparativa suponiendo que la terminal convencional en el muelle 19 contará con los mismos equipos que los disponibles en la actualidad en el muelle 23: RTG, cabezas tractoras con plataformas y *Reach Stackers*. Como se ha explicado en el apartado anterior, se distinguen dos fases de desarrollo de la terminal automatizada de contenedores. Así pues, dado que la capacidad de almacenamiento de la fase secundaria no es tan relevante como la de la primera fase, en el estudio se considerará la capacidad de almacenamiento y los equipos necesarios solo de la Fase principal.

Respecto a la metodología de cálculo que se va a seguir, en primer lugar, se valorará de forma estimada, los ingresos que percibirá el concesionario según el tipo de contenedor que reciba en la terminal, así como del tiempo medio que se prevé que esté almacenado en patio. A continuación, se estimará la inversión necesaria tanto en infraestructura como superestructura, a asumir por el concesionario, para iniciar la explotación de la terminal, así como la inversión en equipos necesaria y en gestión. Seguidamente, se evaluará el personal necesario en cada una de las terminales para cubrir los puestos de trabajo. Por otro lado, se analizarán los gastos de operación en los que incurre el concesionario en el desarrollo de su actividad dentro de la terminal marítima de contenedores y los gastos relativos al pago de tasas a la Autoridad Portuaria. Se estimará el coste por contenedor a su paso por la terminal, resultado de realizar el cociente entre el coste total del recurso analizado y el número total de contenedores en un año. El margen operativo bruto se hallará con los ingresos y costes y se analizarán las inversiones necesarias a realizar durante los años de concesión para determinar la amortización. Se calculará el servicio de la deuda para finalmente obtener la cuenta de resultados, el flujo al servicio de la deuda y realizar el balance. En último lugar, se ha hallado el VAN, TIR y el Periodo de retorno para la terminal automatizada y convencional. El detalle de los cálculos realizados se muestra en el Anejo nº 2 "Cálculo del Estudio Económico. Periodo de concesión de 17 años".

Por último, es importante definir los años para los que se va a calcular la rentabilidad del proyecto para la concesionaria (TMS). El primer acuerdo de concesión aprobado entre la APA y TMS abarcaba desde 2007 hasta 2035, pero en 2015 la APA aprobó la ampliación del plazo de



concesión hasta 2047. Así pues, el plazo total de la concesión será de 40 años. Como ya se analizó en el apartado “1 ¿Por qué desarrollar una terminal de contenedores automatizada?”, según el Artículo 82 de la Ley de Puertos y de la Marina Mercante (Ministerio de Fomento, 2011), cabría la posibilidad de que TMS pudiera ampliar el plazo de concesión hasta los 75 años siempre y cuando cumpla unas determinadas condiciones. Por esta razón, se plantean distintas opciones en cuanto al plazo de estudio se refiere:

- 2030-2047 (17 años). Plazo que transcurre desde el supuesto año de inicio de explotación de la terminal de contenedores (en base al estudio de mercado) al año fin de la concesión aprobado en la actualidad.
- 2030-2057 (27 años). Plazo que transcurre desde el supuesto año de inicio de explotación de la terminal de contenedores (en base al estudio de mercado) hasta el año 2057, en el que se cumplirían 50 años de concesión. Como contrapartida, el plazo de concesión aprobado en la actualidad debería aumentar en 10 años.
- 2030-2080 (50 años). Plazo que transcurre desde el supuesto año de inicio de explotación de la terminal de contenedores (en base al estudio de mercado) hasta el año 2080. Esta alternativa podría ser factible para TMS si su periodo de concesión pudiera llegar a los 75 años. También podría ser para otra empresa que no fuera TMS, aunque no es el objeto de este estudio económico.

Así pues, teniendo en cuenta estas alternativas, primeramente, se realizará el estudio suponiendo que el plazo es de 17 años. Si no fuera rentable, se aumentará dicho plazo a los 27 años. Es importante tener presente que el objeto de dicho estudio económico es comprobar si para TMS sería rentable incurrir en la inversión que requiere una terminal de contenedores automatizada

8.2. Tarifas e ingresos

En este apartado se estudian los *inputs* positivos en la caja de carácter ordinario, teniendo en cuenta todas las entradas que provienen de la actividad comercial y de los servicios y suministros prestados a los clientes. Dado que actualmente, el tráfico de contenedores que recibe la terminal de TMS es *Import/Export*, se ha eliminado del estudio la presencia de tráfico de transbordo. Además, ALG tampoco contemplaba en su estudio de mercado la incorporación de este tipo de tráfico.

Se distinguen distintos tipos de ingresos que percibirá la Autoridad Portuaria o el Concesionario, como se observa en la tabla siguiente:

Tabla 44. Ingresos generados de la actividad de la terminal.

Prestatario del servicio y beneficiario	Origen del ingreso	Actividad generadora de ingresos
Autoridad Portuaria	Servicio	Señalización Marítima
		Entrada y estancia de buques
		Amarre
		Practicaje
Concesionario	Servicio	Movimientos del contenedor con origen-destino el buque
		Transporte horizontal
		Almacenamiento de contenedores frigoríficos
		Almacenamiento de contenedores con mercancías peligrosas
		Almacenamiento de contenedores ordinarios
		Manipulación y clasificación de contenedores
		Control de daños, precintos y pegatinas de contenedores
		Pesaje de contenedores
	Limpieza de contenedores	
	Suministro	Agua
Energía		

Fuente: elaboración propia a partir de las disposiciones de la Ley 48/2003, modificada por la Ley 33/2010, de 5 de agosto y por el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, aprobado por el Real Decreto Legislativo 2/2011 de 5 de septiembre. También publicación de servicios y suministros de varias terminales de contenedores españolas.

Fuente: (Moreno Martínez, 2013)

Teniendo en cuenta únicamente los ingresos generados al concesionario por el tráfico de contenedores *import/export* y discretizando según su tamaño y su estado (lleno o vacío), César Moreno (Moreno Martínez, 2013), tras analizar 13 terminales españolas de contenedores (incluida la terminal de contenedores de Alicante), indica las siguientes tarifas aplicables:

Tabla 45. Resumen de los ingresos generados al Concesionario por la actividad de la terminal.

TARIFAS POR MOVIMIENTO DE CONTENEDORES CON O/D EL BUQUE			
Origen del contenedor	Tamaño del contenedor	Contenedor productivo	Tarifa (€/mov)
IMPORT/EXPORT	20 pies	Lleno	97,66 €
		Vacío	78,90 €
	40 pies	Lleno	121,71 €
		Vacío	97,59 €

TARIFAS POR MOVIMIENTO HORIZONTAL DEL CONTENEDOR			
Origen del contenedor	Tamaño del contenedor	Contenedor productivo	Tarifa (€/mov)
IMPORT/EXPORT	20 pies	Lleno	36,58 €
		Vacío	33,13 €
	40 pies	Lleno	53,37 €
		Vacío	49,88 €
TARIFA POR ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES FRIGORÍFICOS			
Tamaño del contenedor		Contenedor productivo	Tarifa (€/TEU/día)
20 pies	Lleno	48,29 €	
	Vacío	48,29 €	
40 pies	Lleno	48,29 €	
	Vacío	48,29 €	
TARIFAS POR ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES DE MERCANCÍAS PELIGROSAS			
Tamaño del contenedor		Contenedor productivo	Tarifa (€/TEU/día)
20 pies	Lleno	9,00 €	
	Vacío	9,00 €	
40 pies	Lleno	9,00 €	
	Vacío	9,00 €	
TARIFAS POR ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES ORDINARIOS			
Origen del contenedor	Tamaño del contenedor	Contenedor productivo	Tarifa (€/mov)
De 0 a 7 días	20 pies	Lleno	1,53 €
		Vacío	1,53 €
	40 pies	Lleno	3,06 €
		Vacío	3,06 €
De 8 a 30 días	20 pies	Lleno	7,65 €
		Vacío	7,65 €
	40 pies	Lleno	15,30 €
		Vacío	15,30 €
De 31 a 60 días	20 pies	Lleno	15,30 €
		Vacío	15,30 €
	40 pies	Lleno	30,59 €
		Vacío	30,59 €
Más de 60 días	20 pies	Lleno	30,59 €
		Vacío	30,59 €
	40 pies	Lleno	61,19 €
		Vacío	61,19 €
TARIFAS POR MANIPULACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE CONTENEDORES			
Tamaño del contenedor		Contenedor productivo	Tarifa (€/TEU)
20 pies		Lleno	45,00 €



Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



	Vacío	45,00 €
40 pies	Lleno	45,00 €
	Vacío	45,00 €

Fuente: elaboración propia a partir de (Moreno Martínez, 2013)

A nivel estimativo, teniendo en cuenta que no se conocen los detalles del tipo de tráfico que pasará por la nueva terminal, se estima que los ingresos que percibirá la terminal en función de si el contenedor está vacío o lleno, sin distinguir entre 20 o 40 pies será de:

- Contenedor I/E lleno: 109,02 €/cont
- Contenedor I/E vacío: 87,75 €/cont

8.3. Inversión (*Capital Expenditure*)

En este apartado se detalla el coste de inversión al que incurre el concesionario para realizar su actividad. Según la naturaleza del coste, se distinguen dos tipos de inversión: inversión en construcción e inversión en equipos. Estos costes llevan asociados unos cálculos de amortización en función de su vida útil.

A. Inversión en construcción

En el modelo de gestión de los puertos tipo *landlord*, gran parte de los activos permanecen bajo la propiedad de la Autoridad Portuaria, fundamentalmente la infraestructura, traspasando a la iniciativa privada todo el riesgo operativo y financiero de la gestión portuaria. La forma de vincular jurídicamente al sector público y privado es mediante las concesiones. La concesión es un contrato entre un operador privado y la Autoridad Portuaria, en el cual, la AP transfiere al concesionario los derechos de explotación portuaria, pero mantiene la propiedad de la mayoría de los activos, principalmente la infraestructura y los terrenos. Normalmente, el concesionario debe asumir la rehabilitación y la construcción (Moreno Martínez, 2013).

Es por ello, que la puesta en marcha de una terminal de contenedores en el Muelle 19 requiere la inversión tanto por parte de la Autoridad Portuaria como por la concesionaria para iniciar su explotación. En este punto es importante conocer qué parte asumirá la AP y qué parte el concesionario. Para este proyecto se asume que tanto la infraestructura necesaria para implantar la terminal de contenedores como la superestructura, corre a cargo de la concesionaria por tratarse de la opción más desfavorable.

Principalmente en esta inversión se distingue entre infraestructura u obra pública y la superestructura. Las inversiones en infraestructura incluyen todas las obras realizadas por el concesionario y no por la Autoridad Portuaria, con lo que la terminal puede ser recibida desde un punto de vista operativo y adaptada y especificada a los objetivos de producción. Se incluye: obras de abrigo imputables a la terminal, relleno, dragado, comunicación viaria y ferroviaria, etc. La inversión en la superestructura se refiere a la transformación y acondicionamiento del muelle para el desarrollo de la actividad, la implementación de grúas y equipos, la provisión de almacenes, la inversión en las edificaciones necesarias, cimentaciones, firmes, etc. (Moreno Martínez, 2013).

En primer lugar, es importante tener en cuenta que la inversión en construcción se dilata durante el periodo que duran las obras. En segundo lugar, el valor de la inversión se amortiza durante todo el periodo de concesión. Por último, al final del periodo de concesión, el valor restante de la inversión en construcción es cero ya que, la empresa concesionaria no obtendrá ninguna reversión de su inversión en la terminal (Moreno Martínez, 2013).

En la tabla siguiente, se evalúa *grosso modo* el presupuesto necesario para hacer frente a la infraestructura y superestructura.

Tabla 46. Inversión en construcción para la terminal automatizada

TERMINAL AUTOMATIZADA				
Descripción	Ud.	Medición	Precio/ud	Importe
INFRAESTRUCTURA				15.843.840,00 €
Dragado	m3	12.000,00	15,32 €	183.840,00 €

Cajones Hormigón (incluye cimentación cajones, construcción, relleno celdas y fondeo)	ud	14,00	350.000,00 €	4.900.000,00 €
Relleno del trasdós de los cajones (incluye pedraplén, relleno general, escollera)	m3	352.500,00	30,00 €	10.575.000,00 €
Precarga del material de relleno (incluye formación de mota y transporte material)	m3	37.000,00	5,00 €	185.000,00 €
SUPERESTRUCTURA				21.866.000,00 €
Ejecución de la viga cantil	m	450,00		500.000,00 €
Vía de grúa de rail A-100 (lado mar)	m	600,00	455,00 €	273.000,00 €
Ejecución de la viga pilotada	m	600,00		1.500.000,00 €
Vía de grúa de rail A-100 (lado tierra)	m	600,00	455,00 €	273.000,00 €
Accesorios Portainer (parking grúas) (incluye fosos para <i>tie down</i> y <i>storm pin</i> , foso enrollador, protector canal cableado grúa, topes para vías)	ud	6,00		300.000,00 €
Ejecución viga de apoyo para carril grúas ASC	m	3.600,00	1.400,00 €	5.040.000,00 €
Firmes y pavimentos (incluye pavimento HF4, suelo seleccionado, zahorra)	m3			3.000.000,00 €
Red de drenaje	m			360.000,00 €
Red agua potable	m			50.000,00 €
Red contra incendios	m			130.000,00 €
Red de alumbrado y CCTV	m			360.000,00 €
Red de Media Tensión	ud			100.000,00 €
Red de Baja Tensión	ud			160.000,00 €
Construcción del edificio de la terminal y taller	ud	2,00	500.000,00 €	1.000.000,00 €
Puerta de entrada a la terminal	ud	1,00	500.000,00 €	500.000,00 €
Cerramiento y vallado	m	1.500,00	80,00 €	120.000,00 €
Sistemas <i>Reefer</i>	ud	6,00	200.000,00 €	1.200.000,00 €
Áreas transferencia	ud	12,00	500.000,00 €	6.000.000,00 €
Ampliación vías ferroviarias	m	400,00		700.000,00 €
Urbanización exterior a la terminal				300.000,00 €
Total				37.709.840,00 €
Contingencias	25%			9.427.460,00 €
COSTE TOTAL TERMINAL AUTOMATIZADA				47.137.300,00 €

Fuente: elaboración propia

Tabla 47. Inversión en construcción para la terminal convencional

TERMINAL CONVENCIONAL				
Descripción	Ud.	Medición	Precio/ud	Importe
INFRAESTRUCTURA				15.843.840,00 €
Dragado	m3	12.000,00	15,32 €	183.840,00 €

Cajones Hormigón (incluye cimentación cajones, construcción, relleno celdas y fondeo)	ud	14,00	350.000,00 €	4.900.000,00 €
Relleno del trasdós de los cajones (incluye pedraplén, relleno general, escollera)	m3	352.500,00	30,00 €	10.575.000,00 €
Precarga del material de relleno (incluye formación de mota y transporte material)	m3	37.000,00	5,00 €	185.000,00 €
SUPERESTRUCTURA				13.756.000,00 €
Ejecución de la viga cantil	m	450,00		500.000,00 €
Vía de grúa de rail A-100 (lado mar)	m	600,00	455,00 €	273.000,00 €
Ejecución de la viga pilotada	m	600,00		1.500.000,00 €
Vía de grúa de rail A-100 (lado tierra)	m	600,00	455,00 €	273.000,00 €
Accesorios Portainer (parking grúas) (incluye fosos para <i>tie down</i> y <i>storm pin</i> , foso enrollador, protector canal cableado grúa, topes para vías)	ud	6,00		300.000,00 €
Ejecución viga de apoyo para carril grúas ASC	m	0,00	600,00 €	0,00 €
Firmes y pavimentos (incluye pavimento HF4, suelo seleccionado, zahorra)	m3			3.000.000,00 €
Red de drenaje	m			360.000,00 €
Red agua potable	m			50.000,00 €
Red contraincendios	m			130.000,00 €
Red de alumbrado y CCTV	m			360.000,00 €
Red de Media Tensión	ud			100.000,00 €
Red de Baja Tensión	ud			160.000,00 €
Construcción del edificio de la terminal y taller	ud	2,00	500.000,00 €	1.000.000,00 €
Puerta de entrada a la terminal	ud	1,00	250.000,00 €	250.000,00 €
Cerramiento y vallado	m	1.500,00	80,00 €	120.000,00 €
Sistemas Reefer	ud	6,00	200.000,00 €	1.200.000,00 €
Áreas transferencia	ud	12,00	250.000,00 €	3.000.000,00 €
Ampliación vías ferroviarias	m	400,00		700.000,00 €
Urbanización exterior a la terminal				300.000,00 €
Zapatas paso RTG	ud	12,00	15.000,00 €	180.000,00 €
Total				29.599.840,00 €
Contingencias	25%			7.399.960,00 €
COSTE TOTAL TERMINAL CONVENCIONAL				36.999.800,00 €

Fuente: elaboración propia

Tras los resultados obtenidos, se concluye que la instalación de una terminal automatizada supone la inversión de 10 millones de Euros más que una convencional.

Además, se ha supuesto un 25% de contingencias, de modo que sea un colchón económico contra posibles imprevistos durante la construcción.

B. Inversión en equipos

En el presente apartado se analiza el coste unitario de los equipos a adquirir en la terminal, el plazo de amortización y el coste de energía por hora. Es importante tener en cuenta que la inversión se realiza en el momento en el que se adquieren los equipos, el valor de la inversión se amortiza durante la vida útil de cada equipo y que tras el periodo de vida útil se considera que el valor residual es nulo. Esta última consideración no es real, pero se considera ya que, tras este periodo, sería más rentable adquirir un equipo nuevo debido a los elevados gastos de mantenimiento.

Para obtener el valor residual del equipo al final de la concesión si no se ha amortizado totalmente, se actualizan los precios de adquisición de los equipos, considerando que la depreciación en un año equivale a la parte proporcional de su valor actualizado entre los años de vida útil.

La información sobre el coste de adquisición y los años de amortización de cada equipo se ha obtenido de (Moreno Martínez, 2013).

Tabla 48. Costes de los equipos, plazo de amortización y coste horario de energía para la terminal automatizada.

TERMINAL AUTOMATIZADA							
Equipo	Coste	Vida útil (Años)	Energía	Coste/h	Consumo/h	Coste/h	Nº equipos necesarios
Grúas STS (Post Panamax)	5.500.000,00 €	25	Eléctrico kWh/h	0,09	350,00	31,50 €	3
Grúas ASC	2.000.000,00 €	25	Eléctrico kWh/h	0,09	200,00	18,00 €	12
Shuttle Carrier (SC)	550.000,00 €	15	Eléctrico kWh/h	0,09	200,00	18,00 €	10
Straddle Carrier	550.000,00 €	15	Eléctrico kWh/h	0,09	200,00	18,00 €	0*
Reach Stacker (RS)	400.000,00 €	15	Gas	0,70	15,00	10,50 €	3

Fuente: elaboración propia a partir de (Moreno Martínez, 2013).

(*) Como se ha comentado en 8.1 Introducción, solo se va a tener en cuenta la maquinaria correspondiente a la Fase principal.

Tabla 49. Costes de los equipos, plazo de amortización y coste horario de energía para la terminal convencional.

Terminal convencional							
Equipo	Coste	Vida útil (Años)	Energía	Coste unitario	Consumo/h	Coste/h	Nº equipos necesarios
Grúas STS (Post Panamax)	5.500.000,00 €	25	Eléctrico kWh/h	0,09	350,00	31,50 €	3
Grúas RTG	1.300.000,00 €	25	Eléctrico kWh/h	0,09	250,00	22,50 €	12
Tractores de terminal (TT)	80.000,00 €	10	Motor diésel	1,00	15,00	15,00 €	18
Plataformas	24.000,00 €	10	Motor diésel	0,00	0,00	0	18

Reach Stacker (RS)	400.000,00 €	15	Gas	0,70	15,00	10,50 €	10
---------------------------	--------------	----	-----	------	-------	---------	----

Fuente: elaboración propia a partir de (Moreno Martínez, 2013).

C. Gestión

En este capítulo se especifica la inversión en aquellos equipos, software, hardware y herramientas que permitan gestionar la terminal y optimizar las actividades que se realizarán en él. Debido al mantenimiento continuo, cambios y mejoras de la aplicación, la inversión en gestión debe actualizarse periódicamente.

Se distinguen cuatro grandes categorías respecto a la inversión en gestión:

- Equipamiento de edificios en zona de servicios. Esta inversión se estima en función del coste unitario por unidad de superficie de la zona de servicios.
- Vehículos para transporte del personal.
- Herramientas que permitan realizar operaciones de mantenimiento. Estimado como un porcentaje de la inversión en equipos y grúas.
- Herramienta *Information Technology (software and hardware IT)*. Se estima según el coste fijo de la adquisición del *software* y *hardware* añadiendo el coste variable del *hardware* según la superficie de la terminal.

Tabla 50. Coste y vida útil de los equipos y herramientas de gestión.

Concepto	Coste (€/ud)	Criterio	Vida útil (años)
Mobiliario de edificios	0,25	€/m ² de servicio	10
Herramientas	1,00%	Inversión en equipos	10
Vehículos	45.000	1 para la terminal	10
IT Hardware fijo	2.000.000	Base	5
IT Hardware variable	5	€/m ² de terminal. Base	5
IT Software	3.000.000	Base	5

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de TTI Algeciras, Maersk y Hanjin en 2010.

Fuente: (Moreno Martínez, 2013)

No obstante, en función del nivel de automatización de la terminal, las herramientas tecnológicas requeridas precisarían de un mayor nivel de especialización y con ello un encarecimiento en su adquisición.

Tabla 51. Incremento del coste básico en función del dimensionamiento del patio.

Equipo de patio	Incremento de IT Hardware	Incremento Herramientas	Incremento de IT Software
SC	0%	0%	0%
RTG	10%	10%	10%
RMG	25%	25%	25%
OHBC	50%	50%	50%
ASC	75%	75%	75%

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de TTI Algeciras, Maersk y Hanjin en 2010.

Fuente: (Moreno Martínez, 2013)

8.4. Personal

Como se ha visto anteriormente, una terminal automatizada suele tener un mayor coste inicial de implantación que las terminales convencionales, debido principalmente a la adquisición de la maquinaria más novedosa del mercado, la mayor infraestructura requerida y del sistema operativo de la terminal necesario para su óptimo funcionamiento. Sin embargo, el personal preciso es menor en general, especialmente en el patio de almacenamiento ya que, las operaciones se realizan mediante control remoto lo que supone un aumento muy significativo de la seguridad y la eficiencia. Dado que la reducción de personal es la ventaja por excelencia de las terminales automatizadas, es importante decidir el personal necesario. Debido a que el grado de automatización tiende a ir en aumento, con el objeto de incrementar la productividad e independizar ciertos procesos de la mano de obra del ser humano, el personal debe estar familiarizado con las nuevas tecnologías.

El personal en una terminal se puede dividir en tres grupos:

- El personal de Administración y Gestión. No depende del proceso productivo. Desempeñan labores comerciales, contabilidad, administración, recursos humanos, representación, seguridad, etc.
- El personal de operación fijo. Los responsables de cada una de las tareas que se van a llevar a cabo en la terminal. Este grupo no depende directamente del volumen de trabajo, pero sí del modelo productivo adoptado en la terminal y del tamaño de la misma.
- El personal de operación variable. Encargado de las tareas productivas y dependiente del volumen de trabajo.

Por otro lado, en cuanto al dimensionamiento del personal, se han seguido una serie de premisas. En cuanto al personal de operación fijo, los jefes de terminal, operaciones y mantenimiento son únicos y no dependen de parámetros productivos. Además, los responsables de equipos, ingenieros de sistemas, operadores *reefers*, supervisores de patio y planificadores, se dimensionan como un trabajador por cada 100.000 m² de terminal. En cambio, los responsables de operaciones de mantenimiento y subcontratados se dimensionarán como un trabajador por cada 35.000 m².

El personal de operación variable se dimensiona teniendo en cuenta una serie de parámetros según (Moreno Martínez, 2013):

- Máximo número de turnos diarios: 3
- Máximo número de horas por turno: 6
- Número de festivos aplicables anuales: 14
- Otros días no productivos (domingos): 53
- Total días laborables al año: 299
- Máximo número de horas de trabajo al año: 1.680
- Personal base necesario para el manejo de una grúa de muelle: 5 del Grupo I, 1 del Grupo III, 1.75 del Grupo IV.
- Personal base para el manejo de equipos y grúas de patio (una unidad):
 - SC: 1 del Grupo II

- RTG: 1 del Grupo II
- RMG: 1 del Grupo III
- OHBC: 1 del Grupo IV
- ASC: 1 del Grupo IV

Finalmente, se muestra en la tabla siguiente, la relación de puestos y cantidad de personas necesarias para las terminales objeto de estudio. Los datos de sueldos brutos, seguridad social, así como el personal existente en cada grupo, se ha obtenido de la Tesis Doctoral de César Moreno Martínez (Moreno Martínez, 2013).

Tabla 52. Costes del personal de la terminal

PERSONAL							
Puesto	Sueldo bruto (€/año)	Seguridad social (% de la empresa)	Coste de empresa (€/año)	Terminal Automatizada		Terminal Convencional	
				Nº personas	Total	Nº personas	Total
PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN							
Director de Concesión	140.000,00 €	33,30%	186.620,00 €	1	186.620,00 €	1	186.620,00 €
Director de Negocio	48.000,00 €	33,30%	63.984,00 €	1	63.984,00 €	1	63.984,00 €
Director Financiero	45.000,00 €	33,30%	59.985,00 €	1	59.985,00 €	1	59.985,00 €
Director Comercial	35.000,00 €	33,30%	46.655,00 €	1	46.655,00 €	1	46.655,00 €
Jefe de Procesos, Sistemas e Innovación	48.000,00 €	33,30%	63.984,00 €	2	127.968,00 €	1	63.984,00 €
Responsable de contabilidad	26.000,00 €	33,30%	34.658,00 €	1	34.658,00 €	1	34.658,00 €
Responsable de pagos	26.000,00 €	33,30%	34.658,00 €	1	34.658,00 €	1	34.658,00 €
Responsable de Recursos Humanos	35.000,00 €	33,30%	46.655,00 €	1	46.655,00 €	1	46.655,00 €
Responsable de Auditoría	35.000,00 €	33,30%	46.655,00 €	1	46.655,00 €	1	46.655,00 €
Responsable de Atención al Cliente	35.000,00 €	33,30%	46.655,00 €	1	46.655,00 €	1	46.655,00 €
IT	35.000,00 €	33,30%	46.655,00 €	8	373.240,00 €	6	279.930,00 €
Seguridad	25.000,00 €	33,30%	33.325,00 €	3	99.975,00 €	5	166.625,00 €
Administrativo	18.000,00 €	33,30%	23.994,00 €	5	119.970,00 €	8	191.952,00 €
PERSONAL DE OPERACIÓN FIJO							



Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



Jefe de Terminal	45.000,00 €	33,30%	59.985,00 €	1	59.985,00 €	1	59.985,00 €
Jefe de Operaciones	65.000,00 €	33,30%	86.645,00 €	1	86.645,00 €	1	86.645,00 €
Responsable de Equipo	45.000,00 €	33,30%	59.985,00 €	2	119.970,00 €	3	179.955,00 €
Ingeniero de Sistemas	30.000,00 €	33,30%	39.990,00 €	3	119.970,00 €	2	79.980,00 €
Operador de Reefer	70.000,00 €	33,30%	93.310,00 €	2	186.620,00 €	3	279.930,00 €
Supervisor de Patio	55.000,00 €	33,30%	73.315,00 €	2	146.630,00 €	4	293.260,00 €
Planificador de operaciones	55.000,00 €	33,30%	73.315,00 €	2	146.630,00 €	4	293.260,00 €
Administrativo	70.000,00 €	33,30%	93.310,00 €	1	93.310,00 €	1	93.310,00 €
Jefe de Mantenimiento	60.000,00 €	33,30%	79.980,00 €	1	79.980,00 €	1	79.980,00 €
Responsable de Operaciones de Mantenimiento	45.000,00 €	33,30%	59.985,00 €	5	299.925,00 €	8	479.880,00 €
Subcontratados	90.000,00 €	33,30%	119.970,00 €	5	599.850,00 €	8	959.760,00 €
PERSONAL DE OPERACIÓN VARIABLE*							
Capataz (Grupo I)	50.000,00 €	21,50%	60.750,00 €	30	1.822.500,00 €	30	1.822.500,00 €
Apuntador (Grupo II)	53.500,00 €	21,50%	65.002,50 €	3	195.007,50 €	46	2.990.115,00 €
Oficial (Grupo III)	57.600,00 €	21,50%	69.984,00 €	6	419.904,00 €	6	419.904,00 €
Especial (Grupo IV)	65.800,00 €	21,50%	79.947,00 €	23	1.798.807,50 €	23	1.798.807,50 €
TOTAL ANUAL				114	7.463.412,00 €	169,5	11.186.287,50 €
TOTAL ANUAL (sin personal estiba)				52	3.227.193,00 €	65	4.154.961,00 €

Fuente: elaboración propia a partir de (Moreno Martínez, 2013)

(*) Aunque se ha calculado el personal de operación variable (estibadores), se excluye de la inversión final el personal ya que, como se verá más adelante, este personal estará repercutido en el coste del contenedor a su paso por la terminal.

Por lo tanto, la inversión de personal (excluyendo al personal de la estiba) es de 3.227.193,00 € para la terminal automatizada y de 4.154.961,00 € para la convencional.

8.5. Gastos de operación (*Operational Expenditure*)

Los gastos de operación o OPEX son en los que incurre el concesionario en el desarrollo de su actividad dentro de la terminal marítima de contenedores. Dentro de estos gastos se incluyen los gastos de mantenimiento de los equipos, los consumos de energía, los seguros, el mantenimiento y conservación de la infraestructura y los gastos generales.

A. Energía

Se refiere a los gastos en consumibles para hacer funcionar las grúas y los equipos. Según César Moreno, el precio del consumo de energía eléctrica es de 0,09 €/KWh, el del gas está en torno al 0,70 €/litro y el gasóleo del orden de 1 €/litro. Así pues, resumió en la tabla siguiente el consumo energético de cada equipo presente en una terminal.

Tabla 53. Consumo energético de cada grúa o equipo.

Equipo o grúa	Consumo de energía (kWh/h)	Consumo de gas (l/h)	Consumo de combustible (l/h)
PANAMAX	325	-	-
POST PANAMAX	350	-	-
SUPER POST PANAMAX	375	-	-
<i>Double trolley</i>	50% del consumo de la grúa		
<i>Twin lift</i>	30% del consumo de la grúa		
CONTROL REMOTO	10% del consumo de la grúa		
SC	200	-	15
RTG	250	-	-
RMG	200	-	-
OHBC	175	-	-
ASC	200	-	-
<i>Fork lift</i>	-	15	-
<i>Reach Stacker</i>	-	15	-
<i>Side loader</i>	-	-	15
plataformas + tractor	-	-	15
AGV	-	-	20

Fuente: elaboración propia a partir de datos de MCM, 2010

Fuente: (Moreno Martínez, 2013)

El dato de consumo y precio unitario asociado a cada equipo ya se ha tenido en cuenta en el apartado B Inversión en equipos.

B. Seguros

En relación a los equipos que el concesionario adquiere para la explotación de la terminal, el concesionario suele suscribirse a un seguro el cual tiene una parte fija, que es proporcional al valor residual anual de cada equipo y que se estima en un 0,10 % del valor residual de equipos y una parte variable, que depende del volumen de trabajo de la terminal y que podría estar en 0,21 €/TEU.

C. Mantenimiento y conservación de la infraestructura y superestructura

Los gastos relativos al mantenimiento y conservación de la infraestructura y superestructura anualmente se estiman en 1 % de la inversión inicial. Este coste se debe actualizar año a año con el IPC.

D. Mantenimiento de los equipos

La inversión en mantenimiento de los equipos es uno de los gastos de operación más importantes ya que, la aplicación de forma incorrecta del plan de mantenimiento, mermaría el éxito de la terminal en cuanto a calidad y servicio a los buques. Para lograr que el puerto sea competitivo, fiable y seguro es vital que la maquinaria también lo sea. Para ello existen distintos planes de mantenimiento que deben ser aplicados desde la recepción de la maquinaria: planes de mantenimiento correctivo, predictivo y preventivo y la reparación general de la maquinaria.

En la tabla siguiente, César Moreno en su Tesis Doctoral (Moreno Martínez, 2013) estableció un valor aproximado por TEU según el equipo objeto de estudio:

Tabla 54. Costes de mantenimiento de los equipos de la terminal

Equipo	Mantenimiento (€/TEU)
PANAMAX	1,0
POST PANAMAX	1,2
SUPER POST PANAMAX	1,4
Double trolley	Encarece un 50% el mantenimiento de la grúa de muelle
Twin lift	Encarece un 30% el mantenimiento de la grúa de muelle
CONTROL REMOTO	Encarece un 10% el mantenimiento de la grúa de muelle
SC	0,8
RTG	1,2
RMG	1,1
OHBC	1,0
ASC	1,1
Fork lift	0,8
Reach Stacker	0,8
Side loader	0,8
plataformas + tractor	0,3
AGV	0,8
IT	0,1

Fuente: elaboración propia a partir de datos de MCM, 2010

Fuente: (Moreno Martínez, 2013)

E. Gastos generales

Por último, en cuanto a los gastos generales en los que incurrirá la terminal, se consideran los relativos a servicios de limpieza, material de oficina, ventas y *marketing*, gastos de viajes, consultorías, mensajería, compañía de vehículos y gasoil, publicidad, seguridad y vigilancia, etc.

En la tabla siguiente, se muestra un resumen de la valoración de los gastos de operación (OPEX) considerados en el estudio:

Tabla 55. Gastos generales incurridos por la terminal.

Gastos	Terminal Automatizada	Terminal Convencional
Servicios Externos	105.000,00 €	90.000,00 €
Mantenimiento General	70.000,00 €	80.000,00 €
Seguros generales	150.000,00 €	150.000,00 €
Comunicaciones	45.000,00 €	100.000,00 €



Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores
automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



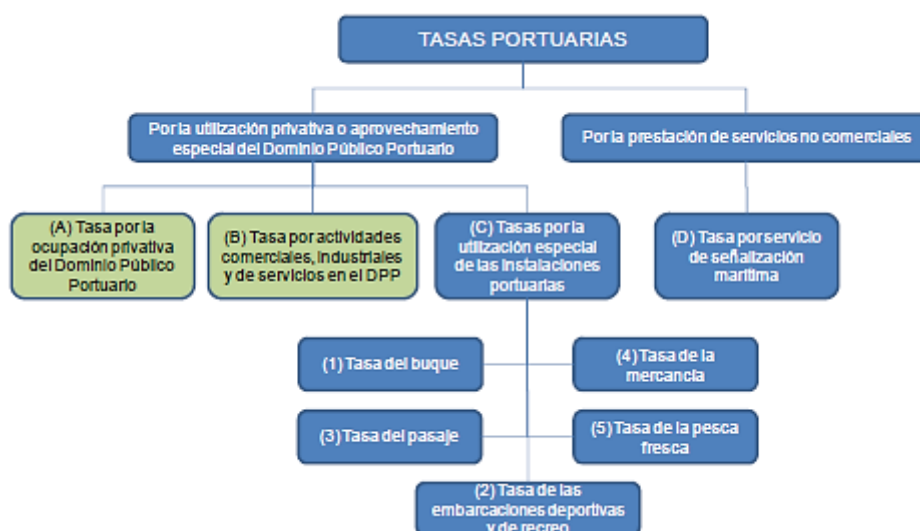
Mobiliario	11.000,00 €	11.000,00 €
Viajes	8.000,00 €	8.000,00 €
Mantenimiento Oficina	15.000,00 €	15.000,00 €
Tasas	20.000,00 €	20.000,00 €
Material Oficina	7.000,00 €	7.000,00 €
Total	431.000,00 €	376.000,00 €

Fuente: elaboración propia a partir de (González Mateos & Jiménez Bayo, 2016)

8.6. Tasas portuarias

Según el artículo 161 de la Ley de los Puertos del Estado y de la Marina Mercante (Ministerio de Fomento, 2011), las tasas portuarias son las que se exigen por la utilización privativa o aprovechamiento especial del dominio público portuario y por la prestación de servicios no comerciales. En este estudio solo se van a considerar las tasas que suponen un coste al concesionario (Tasas A y B). El resto de tasas se pueden considerar que son directamente imputables al cliente y por lo tanto corresponden a un acuerdo entre el buque y la Autoridad Portuaria.

Ilustración 126. Tasas portuarias del Sistema Portuario de Titularidad Estatal (SPTE)



Fuente: (Moreno Martínez, 2013)

A. Tasa por la ocupación privativa del Dominio Público Portuario

Es una tasa devengada a favor de la Autoridad Portuaria en virtud del otorgamiento de una concesión o autorización. Los bienes susceptibles de devengar esta tasa portuaria vienen referidos a la ocupación de los terrenos, aguas y obras e instalaciones del puertos, siendo determinante el valor de dichos bienes.

Los elementos de la tasa son:

- **Hecho imponible** (Artículo 173 de (Ministerio de Fomento, 2011). Consiste en la ocupación del dominio público portuario, y del vuelo y subsuelo del mismo, en virtud de una concesión o autorización, e incluye la prestación de los servicios comunes del puerto relacionados con el dominio público ocupado.
- **Sujetos pasivos** (Artículo 174 de (Ministerio de Fomento, 2011). El concesionario o el titular de la autorización.
- **Base imponible** (Artículo 175 de (Ministerio de Fomento, 2011). El valor del bien se determina de acuerdo con unas normas de valoración, según sean ocupaciones de terrenos o de espacios de agua, de obras o instalaciones.
- **Tipo de gravamen** (Artículo 176 de (Ministerio de Fomento, 2011).

- Ocupación de terrenos y de aguas del puerto: el 5,5 % de la base imponible en actividades portuarias relacionadas con el intercambio entre modos de transporte, las relativas al desarrollo de servicios portuarios, así como otras actividades portuarias comerciales, pesqueras y náutico-deportivas, el 6,5 % en actividades auxiliares o complementarias de las actividades portuarias, incluidas las logísticas, de almacenaje y las que correspondan a empresas industriales o comerciales, el 7,5 % en actividades relativas a usos vinculados a la interacción puerto-ciudad.
- Ocupación del vuelo, subsuelo de terrenos o espacios sumergidos: el 2,75 % de la base imponible, salvo que se inutilice el uso de la superficie, en cuyo caso será el establecido en el apartado anterior.
- Ocupación de obras e instalaciones: el 5,5 % del valor de los terrenos y del espacio de agua, el 3,5 % del valor de las obras e instalaciones y el 100 % del valor de la depreciación anual asignada, el 6,5 % del valor de los terrenos, del espacio de agua y de las obras e instalaciones y el 100 % del valor de la depreciación anual asignada, el 7,5 % del valor de los terrenos, del espacio de agua y de las obras e instalaciones y el 100 % del valor de la depreciación anual asignada.
- En el caso de uso consuntivo: el 100% del valor de los materiales consumidos.

Tabla 56. Resumen del tipo de gravamen para la tasa de ocupación.

Concepto	Base imponible	Uso portuario	Uso compl.	Usos vinculados a la interacción puerto-ciudad
Ocupación de terrenos	Valor de los terrenos	5,5%	6,5%	7,5%
Ocupación de las aguas del puerto	Valor de los espacios de agua	5,5%	6,5%	7,5%
Ocupación de obras e instalaciones (además)	Valor de obras e instalaciones	3,5% + 100% cuota amort.	6,5% + 100% cuota amort.	7,5% + 100% cuota amort.

Fuente: (Monfort, ETSICCP UPV. Planificación y gestión portuaria, 2019)

- **Valor de los terrenos y las aguas del puerto** (Artículo 177 de (Ministerio de Fomento, 2011). Para la determinación del valor de los terrenos y de las aguas del puerto, el Ministro de Fomento aprobará, a propuesta de cada Autoridad Portuaria, la correspondiente valoración de la zona de servicio del puerto y de los terrenos afectados a ayudas a la navegación, cuya gestión se atribuye a cada Autoridad Portuaria, previo informe del Ministerio de Economía y Hacienda y de Puertos del Estado. Las valoraciones podrán revisarse para la totalidad de la zona de servicio y de los terrenos afectados a ayudas a la navegación cada cinco años y, en todo caso, deberán revisarse al menos cada 10 años
- **Reflejo, actualización y revisión de la cuota íntegra** (Artículo 178 de (Ministerio de Fomento, 2011). En zonas de usos portuarios, el importe de la tasa no podrá aumentar, debido a las revisiones, en más de un 20% cada 15 años, de la cuantía fijada en el título administrativo o, en su caso, de la establecida en una revisión anterior.



- **Devengo, exigibilidad y pago** (Artículo 179 de (Ministerio de Fomento, 2011). A partir de la notificación de la resolución del otorgamiento del título, salvo concesiones vinculadas a la extinción de otra o por obras ejecutadas por el propio puerto.
- **Bonificaciones** (Artículo 181 de (Ministerio de Fomento, 2011). La Autoridad Portuaria aplicará bonificaciones a la cuota de la tasa, debiendo reflejarse en las condiciones de la concesión o autorización, en los siguientes supuestos:
 - a. Cuando los sujetos pasivos realicen inversiones en obras de relleno, consolidación o mejora de terrenos.
 - b. Cuando el objeto de la concesión consista en la urbanización y comercialización de zonas de actividades logísticas.
 - c. Cuando el titular de la concesión o autorización sea un órgano o entidad de las Administraciones públicas y el objeto de las mismas sean actividades de interés social o cultural: el importe de esta bonificación será del 50 % de la cuota correspondiente a la tasa.
 - d. Cuando el titular de la concesión o autorización sea una corporación de derecho público cuya actividad se encuentre directamente vinculada con la actividad portuaria: el importe de esta bonificación será del 50 % de la cuota correspondiente a la tasa asociada a los espacios terrestres, los de agua y a las obras e instalaciones destinados exclusivamente a la finalidad corporativa, a cuyo efecto deberá incluirse en el título de otorgamiento un plano en el que se determine la superficie, obras e instalaciones dedicadas a dicha finalidad.
 - e. Cuando el titular de la concesión o autorización sea un club náutico u otro deportivo sin fines lucrativos: 30 % de la cuota correspondiente a la tasa asociada a los espacios terrestres, los de agua y a las obras e instalaciones, destinados exclusivamente a la realización de actividades náuticas, a cuyo efecto deberá incluirse en el título de otorgamiento un plano en el que se determine la superficie, obras e instalaciones dedicadas a dicha finalidad. En el caso de que disponga de atraques otorgados en concesión o autorización, al menos un 80 % de los mismos deberán estar destinados a embarcaciones con eslora inferior a doce metros para poder aplicarse esta bonificación.
 - f. Cuando el titular de la concesión ejecute a su cargo la obra civil correspondiente a infraestructuras, rellenos, obras de consolidación y mejora del terreno, superestructuras e instalaciones destinadas a usos portuarios, por un plazo de ejecución mínimo de tres meses y superficie mínima de 1.000 metros cuadrados: el importe de esta bonificación será del 95 % de la cuota de la tasa, aplicada a la liquidación correspondiente a la superficie sobre la que se realizan las obras y durante el periodo de ejecución de las mismas, hasta la fecha de su finalización establecida por la Autoridad Portuaria al aprobar el proyecto, o establecida en el título concesional, con un máximo de dos años.
 - g. Cuando el objeto de la concesión consista en una terminal de vehículos en régimen de mercancía y en la concesión se disponga de superficie adicional de almacenamiento con base en inversiones ejecutadas por el concesionario mediante la construcción de almacenes o silos verticales, superior, en su conjunto, a la propia superficie objeto de concesión, esta bonificación será del



30 % de la cuantía correspondiente a la ocupación de terrenos. Esta bonificación será aplicable a partir de la entrada en servicio de las superficies adicionales. En el caso de que las superficies adicionales estén en servicio antes de la fecha de entrada en vigor de esta ley se aplicará a partir de dicha fecha.

- h. Cuando el objeto de la concesión consista en una terminal de manipulación de mercancías o de pasajeros y en el título concesional se disponga la realización por parte del concesionario de muelles, pantalanes, duques de alba u otras obras de atraque y amarre, así como obras de dragado de primer establecimiento asociadas con las mismas: la cuantía de la bonificación se determinará en función de la inversión realizada por estos conceptos.

Con todo ello, tras consultar a la Autoridad Portuaria de Alicante, la tasa media por ocupación del dominio público es de 2,7 €/m² y año. Dado que la superficie a ocupar sería de aproximadamente 150.000 m², la tasa total anual sería de 405.000 €.

B. Tasa por actividades comerciales, industriales y de servicios en el Dominio Público Portuario

Esta tasa se devenga por la prestación de servicios por terceros estando el ejercicio de actividades comerciales, industriales o de nuestra naturaleza en el ámbito portuario, sujeto a autorización o licencia.

Los elementos de la tasa son:

- **Hecho imponible** (Artículo 183 de (Ministerio de Fomento, 2011). Consiste en el ejercicio de actividades comerciales, industriales y de servicios en el dominio público portuario, sujetas a autorización por parte de la Autoridad Portuaria.

En el supuesto de que las anteriores actividades impliquen la ocupación del dominio público portuario, la autorización de actividad se entenderá incorporada en la correspondiente concesión o autorización de ocupación del dominio público, sin perjuicio de la exigencia de las tasas que procedan por ambos conceptos.

- **Sujeto pasivo** (Artículo 184 de (Ministerio de Fomento, 2011). El titular de la autorización de actividad, el titular de la concesión o autorización de ocupación de dominio público o el titular de la licencia de prestación de servicio portuario, según proceda.
- **Devengo** (Artículo 185 de (Ministerio de Fomento, 2011). El devengo de la tasa se producirá en la fecha de inicio de la actividad o, en el caso de actividades que impliquen la ocupación del dominio público portuario, desde el plazo máximo para el inicio de la actividad establecido en el título concesional, salvo causas justificadas a juicio de la Autoridad Portuaria.
- **Cálculo de la cuota** (Artículo 185 de (Ministerio de Fomento, 2011). Se fija por la Ley en función de diferentes criterios, según tipos de servicios y actividades. Se establecen límites de cuantías máximas y mínimas. Se actualizará según el IPC, excepto si se fija en función del volumen de negocio del titular de la autorización.

Tabla 57. Criterios y límites para la fijación del tipo de gravamen (Artículo 188 LPEMM)

Tasa máxima		Tasa mínima
100 % tasa ocupación privativa (no aplica a usos "interacción puerto-ciudad")		20 % tasa ocupación privativa
Granel líquido	0,60 €/tm.	La resultante de aplicar la tasa al tráfico mínimo anual establecido en el título habilitante de la ocupación de dominio público
Granel sólido	0,90 €/tm.	
Mercancía general	1,2 €/tm.	
Contenedor 20' – 40'	10 € - 20 €	
Vehículo	2 €/tm.	
Pasajero	1,80 €/tm.	
Vehículo pasaje	2 €/tm.	
6% de la cifra de negocio (8 % para usos "interacción puerto-ciudad")		1 % de la cifra de negocio (2 % para usos "interacción puerto-ciudad")

Fuente: (Monfort, ETSICCP UPV. Planificación y gestión portuaria, 2019)

Finalmente, previa consulta a la APA, se considera que la tasa por actividades comerciales es de 6 € para contenedores de 20 pies y de 12 € para los contenedores de 40 pies.

8.7. Costes por contenedor según la terminal

Por último, se analizan los costes directos e indirectos asociados al paso de un contenedor por ambas terminales por todos los subsistemas.

A. Terminal convencional

En primer lugar, se han hallado los costes directos asociados al personal y a los equipos necesarios. Para averiguar el primer coste, se ha establecido una mano de obra media necesaria (capataz, apuntador, gruísta, sobordista, estibadores, trincadores, gruísta RTG, conductores de TT y de RS) en 9 personas. El sueldo medio de un estibador se ha estipulado en 80.000 €/año. Así pues, considerando que cada estibador trabaja 299 días al año, resulta un salario diario de 267.56 € por jornada de trabajo, teniendo en cuenta que sus jornadas son de 6 horas.

En cuanto al coste de los equipos, se ha tenido en cuenta la maquinaria a emplear (equipos de muelle, grúas RTG, TT y Plataformas, RS y el TOS), el consumo empleado por cada maquinaria, así como el mantenimiento necesario de la misma por contenedor movido. Se ha calculado su amortización anual a partir del coste de cada equipo y su periodo de amortización. En cuanto al periodo de amortización, se ha modificado de acuerdo al plazo de concesión de 17 años.

Por último, referido a los costes indirectos asociados al contenedor, se ha tenido en cuenta el personal indirecto, los gastos generales, los sistemas hardware y software, gastos financieros, etc. Estos costes son los relacionados con los Gastos de Operación o *Operational Expenditure* (OPEX), analizados con detalle en apartados anteriores.

En la tabla siguiente, se resume el proceso anteriormente explicado y se halla el precio de mover cada contenedor en la terminal convencional. Dado que, en función de la capacidad de almacenamiento al año, el coste por mover el contenedor por la terminal variará, este coste se ha determinado para la capacidad de la terminal en Fase principal de 270.309 TEU.

Tabla 58. Coste por contenedor en la terminal convencional en Fase principal

COSTE POR CONTENEDOR EN LA TERMINAL CONVENCIONAL							
Capacidad almacenamiento (cont/año)	148.521		Transbordo	0%			
Capacidad almacenamiento (TEUs/año)	270.309		I/E	100%			
Máximo número de turnos diarios	3		Ratio cont/TEU	1,82			
Máximo número de horas por turno	6						
Número de festivos aplicables anuales	14						
Otros días no productivos (domingos)	53						
Total días laborables al año	299						
Máximo número de horas de trabajo al año	1.680	8640					
Sueldo medio por año estibador	80.000,00 €						
Superficie patio (m2)	150.000,00						
Años concesión	17,00						
SUBSISTEMA CARGA/DESCARGA + ALMACENAMIENTO + RECEPCIÓN/ENTREGA							
COSTES DIRECTOS							
PERSONAL							
Personal	Mano media		Salario		Jornadas necesarias		Coste total
Capataz	0,50		267,56 €				150.523,15 €
Clasificador	1,00		267,56 €				301.046,30 €
Estibadores+trincad.	1,75		267,56 €				526.831,03 €
Gruísta+sobordist.	2,00		267,56 €		1125		602.092,60 €
Conductor TT	1,70		267,56 €				511.778,71 €
Conductor RS	0,30		267,56 €				90.313,89 €
Gruísta RTG	1,75		267,56 €				526.831,03 €
Total	9,00						2.709.416,72 €
							Coste/contenedor 17,50 €
EQUIPOS							
Equipo	Coste unitario	Vida útil (Años)	Uds a adquirir	Consumo (€)	Valor amortizable (€)	Amortiz./año (€)	Mnto (€/TEU)
Grúa STS	5.500.000,00 €	17	3	212.655,34 €	17.137.966,03 €	1.008.115,65 €	1,20 €
Reach Stackler	400.000,00 €	15	10	70.885,11 €	4.708.851,15 €	313.923,41 €	0,60 €
Grúas RTG	1.300.000,00 €	17	12	151.896,67 €	17.422.760,10 €	1.623.529,41 €	1,10 €
Tractores de terminal (TT)	80.000,00 €	10	18	101.264,45 €	3.262.760,10 €	326.276,01 €	0,30 €
Plataformas	24.000,00 €	10	18	0,00 €	432.000,00 €	43.200,00 €	
TOS	1.500.000,00 €	15	1	0,00 €	1.500.000,00 €	100.000,00 €	
Total				536.701,58 €	44.464.337,38 €	3.415.044,48 €	3,20 €
				Amortización al año equi	3.415.044,48 €		Coste equipo/cont.
				Consumo equipos	536.701,58 €		Coste consumo/cont.
	Mantenimiento (€/cont)	1,76 €		Mantenimiento equi	261.136,16 €		Coste mnto/cont.
							18,90 €
							3,25 €
							1,50 €

COSTES INDIRECTOS			
	Total	Coste/contenedor	Total CI/contenedor
Personal indirecto	4.154.961,00 €	23,01	34,90
Gastos generales	376.000,00 €	2,53	
Sistema hardware y software (anual)	50.000,00 €	0,34	
Gastos financieros	60.000,00 €	0,40	
Tasa netas + O.S	405.000,00 €	2,73	
Seguros	500.000,00 €	3,20	
Seguridad	400.000,00 €	2,69	
COSTE TOTAL POR CONTENEDOR (€/cont)			76,05 €

Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, para una capacidad de la terminal convencional de 270.309 TEU al año, el coste de mover un contenedor *import/export* por todos los subsistemas es de 76,05€.

B. Terminal automatizada

En la terminal automatizada, se ha seguido el proceso anteriormente citado para la terminal convencional. La diferencia más notable se encuentra en la mano de obra necesaria para cada subsistema, la cual es menor al trabajar con maquinaria que trabaja por control remoto.

Los costes indirectos relacionados con el mantenimiento del TOS se han considerado superiores que en una terminal convencional. En cambio, el coste en seguridad se reduce al disminuir el número de personal en patio.

Tabla 59. Coste por contenedor en la terminal automatizada para la Fase principal.

COSTE POR CONTENEDOR EN LA TERMINAL AUTOMATIZADA							
Capacidad almacenamiento (cont/año)	148.358		Transbordo				0%
Capacidad almacenamiento (TEUS/año)	270.309		I/E				100%
Máximo número de turnos diarios	3,00		Ratio cont/TEU				1,82
Máximo número de horas por turno	6						
Número de festivos aplicables anuales	14						
Otros días no productivos (domingos)	53						
Total días laborables al año	299						
Máximo número de horas de trabajo al año	1680	8640					
Sueldo/año estibador	80.000						
Superficie patio (m2)	150.000,00 €						
Años concesión	17,00						
SUBSISTEMA CARGA/DESCARGA + ALMACENAMIENTO + RECEPCIÓN Y ENTREGA							
COSTES DIRECTOS							
PERSONAL							
Personal	Mano media		Salario		Jornadas necesarias al año		Coste total
Capataz	0,50		267,56 €				132.314,97 €
Clasificador	1,00		267,56 €				264.629,94 €
Estibadores+trincad.	1,75		267,56 €				463.102,40 €
Gruista+sobordist.	1,50		267,56 €				396.944,92 €
Conductor Straddle Carrier	0,00		267,56 €		989		0,00 €
Conductor Shuttle Carrier	0,00		267,56 €				0,00 €
Conductor RS	1,00		267,56 €				264.629,94 €
Gruista ASC	0,00		267,56 €				0,00 €
Total	6						1.521.622,18 €
							Coste/contenedor
							10,26 €
EQUIPOS							
Equipo	Coste unitario	Vida útil (Años)	Uds a adquirir	Consumo (€)	Valor amortizable (€)	Amortiz./año (€)	Mantenimiento (€/TEU)
Grúa STS	5.500.000,00 €	17	3	186.931,28 €	17.060.793,85 €	1.003.576,11 €	1,20 €
Reach Stackler	400.000,00 €	15	3	62.310,43 €	1.386.931,28 €	92.462,09 €	0,60 €
Grúas ASC	2.000.000,00 €	17	12	106.817,88 €	25.281.814,52 €	1.623.529,41 €	1,10 €
Shuttle Carrier	550.000,00 €	15	10	106.817,88 €	6.568.178,77 €	437.878,58 €	0,80 €
Straddle Carrier	550.000,00 €	15	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,80 €
TOS	3.000.000,00 €	15	1	0,00 €	3.000.000,00 €	200.000,00 €	
Total				462.877,47 €	53.297.718,43 €	3.357.446,19 €	4,50 €
				Amortización al año equipos	3.357.446,19 €		Coste equipo/cont.
				Consumo equipos	462.877,47 €		Coste consumo/cont.
	Mantenimiento (€/cont)	2,47 €	Mantenimiento equipos	366.416,98 €			Coste mnto/cont.
							2,47 €
COSTES INDIRECTOS							
	Total		Coste/contenedor		Total CI/contenedor		
Personal indirecto	3.227.193,00 €		17,90		32,25		
Gastos generales	431.000,00 €		2,80				
Sistema hardware y software (anual)	150.000,00 €		1,01				
Gastos financieros	60.000,00 €		0,40				
Tasa netas + O.S	405.000,00 €		2,73				
Seguros	700.000,00 €		4,30				
Seguridad	500.000,00 €		3,10				
COSTE TOTAL POR CONTENEDOR (€/cont)			67,17 €				

Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, para una capacidad de la terminal automatizada de 270.309 TEU al año, el coste de mover un contenedor *import/export* por todos los subsistemas es de 67,17€.

8.8. Obtención del Margen Operativo Bruto

Para obtener el Margen Operativo Bruto, se asume que las siguientes condiciones son las mismas para terminales automatizadas y terminales convencionales:

- El precio y coste de los contenedores de *Import/Export* tendrán un incremento de valor del 2% por año.
- El coste anual del mantenimiento de las infraestructuras y la obra civil será del 1%. Este coste tendrá un incremento del 1,33% por año.
- El ingreso medio por almacenamiento del contenedor tendrá un incremento de valor del 1,33% por año.
- Los costes fijos tendrán un incremento de valor del 2% por año.
- En el Año 0 y Año 1 se supone un 50% de la capacidad de la terminal, en el Año 2 un 80% de la capacidad y el Año 3 alcanza el 100% de su capacidad.

Con las hipótesis impuestas, se procede a calcular el margen operativo bruto de las dos terminales para los 17 años de concesión hasta 2047. En la **Error! Reference source not found.** y **Error! Reference source not found.** se muestra el resultado de los cálculos en los 4 primeros y en los 4 últimos años de operación para la terminal convencional, respectivamente. Del mismo modo, en la **Error! Reference source not found.** y **Error! Reference source not found.**, se muestran los resultados para la automatizada.

Tabla 60. Margen operativo bruto de la terminal convencional para los primeros 4 años.

INGRESOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Precio contenedor "Import/Export lleno"	109,02 €	109,02 €	111,20 €	113,43 €	115,70 €
Tasa estimada incremento del precio		2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export lleno"	37.130	37.130	59.408	74.261	74.261
Tasa estimada incremento volumen ventas			60,00%	25,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export lleno"		4.048.087,85 €	6.606.479,38 €	8.423.261,21 €	8.591.726,43 €
Precio contenedor "Import/Export Vacio"	87,75 €	87,75 €	89,50 €	91,29 €	93,12 €
Tasa estimada incremento del precio		2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export vacio"	37.130	37.130	59.408	74.261	74.261
Tasa estimada incremento volumen ventas		0,00%	60,00%	25,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export vacio"		3.258.138,93 €	5.317.282,73 €	6.779.535,48 €	6.915.126,19 €
Ingresos equi-tasas buque y mercancía por contenedor	0	0	0	0	0
Incremento esperado sobre equivalente-tasa		1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de equivalente a Tasas		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Ingreso medio derivado de estancia del contenedor	11,47 €	11,47 €	11,62 €	11,78 €	11,93 €
Incremento esperado sobre ese ingreso		1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de estancia del contenedor		851.769,04 €	1.380.956,11 €	1.749.153,54 €	1.772.417,28 €
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS		8.157.995,82 €	13.304.718,22 €	16.951.950,22 €	17.279.269,90 €

Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	GASTOS
77,57 €	77,57 €	77,57 €	77,57 €	Coste variable unitario de "I/E lleno" con CANON de ACTIVIDAD
2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	Tasa estimada incremento del coste
5.760.647,66 €	5.760.647,66 €	5.760.647,66 €	5.760.647,66 €	Coste variable total de "I/E lleno"
77,57 €	77,57 €	77,57 €	77,57 €	Coste variable unitario de "I/E vacío" con CANON de ACTIVIDAD
2%	2%	2%	2%	Tasa estimada incremento del coste
5.760.647,66 €	5.760.647,66 €	5.760.647,66 €	5.760.647,66 €	Coste variable total de "I/E vacío"
				Inversión Inicial Obra Civil en Euros
				% S/Inversión inicial Obra Civil de coste mantenimiento
439.333,11 €	445.176,24 €	451.097,08 €	457.096,67 €	Coste Mantenimiento Obra Civil
1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	Tasa estimada incremento costes mantenim. Obra Civil
11.960.628,42 €	11.966.471,55 €	11.972.392,40 €	11.978.391,99 €	Total de Costes Variables
5.374.885,10 €	5.482.382,80 €	5.592.030,46 €	5.703.871,07 €	Coste de personal
486.396,09 €	496.124,01 €	506.046,50 €	516.167,43 €	Coste de gastos generales
52.835,20 €	53.891,90 €	54.969,74 €	56.069,14 €	Seguros (por contenedor)
64.680,33 €	65.973,94 €	67.293,42 €	68.639,29 €	Coste mantenimiento TOS
77.616,40 €	79.168,73 €	80.752,10 €	82.367,14 €	Gastos Financieros
388.081,99 €	395.843,63 €	403.760,50 €	411.835,71 €	O.S., Servicios, administración, alquileres y otros gastos fijos
2%	2%	2%	2%	Tasa estimada de incremento de gastos
6.444.495,11 €	6.573.385,01 €	6.704.852,71 €	6.838.949,77 €	Total de costes fijos
18.405.123,53 €	18.539.856,57 €	18.677.245,11 €	18.817.341,76 €	TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
2.520.412,80 €	2.790.637,94 €	3.066.126,48 €	3.346.981,82 €	MARGEN OPERATIVO BRUTO
11,75%	10,72%	9,87%	9,16%	Porcentaje de incremento

Fuente: elaboración propia

Tabla 62. Margen operativo bruto de la terminal automatizada para los primeros 4 años.

INGRESOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Precio contenedor "Import/Export lleno"	109,02 €	109,02 €	111,20 €	113,43 €	115,70 €
Tasa estimada incremento del precio		2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export lleno"	37.090	37.090	59.343	74.179	74.179
Tasa estimada incremento volumen ventas			60,00%	25,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export lleno"		4.043.644,29 €	6.599.227,48 €	8.414.015,03 €	8.582.295,34 €
Precio contenedor "Import/Export Vacío"	87,75 €	87,75 €	89,50 €	91,29 €	93,12 €
Tasa estimada incremento del precio		2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export vacío"	37.090	37.090	59.343	74.179	74.179
Tasa estimada incremento volumen ventas		0,00%	60,00%	25,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export vacío"		3.254.562,48 €	5.311.445,97 €	6.772.093,62 €	6.907.535,49 €
Ingresos equi-tasas buque y mercancía por contenedor	0	0	0	0	0
Incremento esperado sobre equivalente-tasa		1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de equivalente a Tasas		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Ingreso medio derivado de estancia del contenedor	11,47 €	11,47 €	11,62 €	11,78 €	11,93 €
Incremento esperado sobre ese ingreso		1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de estancia del contenedor		850.834,06 €	1.379.440,24 €	1.747.233,50 €	1.770.471,71 €
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS		8.149.040,83 €	13.290.113,70 €	16.933.342,15 €	17.260.302,53 €

GASTOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Coste variable unitario de "I/E lleno" con CANON de ACTIVIDAD	67,17 €	67,17 €	68,52 €	68,52 €	68,52 €
Tasa estimada incremento del coste		2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Coste variable total de "I/E lleno"		2.491.363,68 €	4.065.905,52 €	5.082.381,90 €	5.082.381,90 €
Coste variable unitario de "I/E vacío" con CANON de ACTIVIDAD	67,17 €	67,17 €	68,52 €	68,52 €	68,52 €
Tasa estimada incremento del coste		2%	2%	2%	2%
Coste variable total de "I/E vacío"		2.491.363,68 €	4.065.905,52 €	5.082.381,90 €	5.082.381,90 €
Inversión Inicial Obra Civil en Euros	47.137.300,00 €				
% S/Inversión inicial Obra Civil de coste mantenimiento	1,00%				
Coste Mantenimiento Obra Civil		471.373,00 €	477.642,26 €	483.994,90 €	490.432,04 €
Tasa estimada incremento costes mantenim. Obra Civil		1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Total de Costes Variables		5.454.100,35 €	8.609.453,30 €	10.648.758,70 €	10.655.195,84 €
Coste de personal	3.227.193,00 €	3.227.193,00 €	3.291.736,86 €	3.357.571,60 €	3.424.723,03 €
Coste de gastos generales	431.000,00 €	431.000,00 €	439.620,00 €	448.412,40 €	457.380,65 €
Seguros (por contenedor)	0,55	40.798,49 €	41.614,46 €	42.446,75 €	43.295,69 €
Coste mantenimiento TOS	150.000,00 €	150.000,00 €	153.000,00 €	156.060,00 €	159.181,20 €
Gastos Financieros	60.000,00 €	60.000,00 €	61.200,00 €	62.424,00 €	63.672,48 €
O.S., Servicios, administración, alquileres y otros gastos fijos	400.000,00 €	400.000,00 €	408.000,00 €	416.160,00 €	424.483,20 €
Tasa estimada de incremento de gastos		2%	2%	2%	2%
Total de costes fijos	4.268.193,55 €	4.308.991,49 €	4.395.171,32 €	4.483.074,75 €	4.572.736,25 €
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS		9.763.091,85 €	13.004.624,63 €	15.131.833,46 €	15.227.932,08 €
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
MARGEN OPERATIVO BRUTO		-1.614.051,02 €	285.489,07 €	1.801.508,70 €	2.032.370,45 €
Porcentaje de incremento			-117,69%	531,03%	12,81%

Fuente: elaboración propia

Tabla 63. Margen operativo bruto de la terminal automatizada para los últimos 4 años.

Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	INGRESOS	
141,03 €	143,85 €	146,73 €	149,67 €	Precio contenedor "Import/Export lleno"	
2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	Tasa estimada incremento del precio	
74.179	74.179	74.179	74.179	Volumen ventas "Import/Export lleno"	
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	Tasa estimada incremento volumen ventas	
10.461.770,12 €	10.671.005,53 €	10.884.425,64 €	11.102.114,15 €	Ingresos derivados Venta "Import/Export lleno"	
113,51 €	115,78 €	118,10 €	120,46 €	Precio contenedor "Import/Export vacío"	
2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	Tasa estimada incremento del precio	
74.179	74.179	74.179	74.179	Volumen ventas "Import/Export vacío"	
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	Tasa estimada incremento volumen ventas	
8.420.247,22 €	8.588.652,16 €	8.760.425,20 €	8.935.633,71 €	Ingresos derivados Venta "Import/Export vacío"	
0	0	0	0	Ingresos equi-tasas buque y mercancía por contenedor	
1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	Incremento esperado sobre equivalente-tasa	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Ingresos derivados de equivalente a Tasas	
13,62 €	13,80 €	13,98 €	14,17 €	Ingreso medio derivado de estancia del contenedor	
1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	Incremento esperado sobre ese ingreso	
2.020.549,14 €	2.047.422,44 €	2.074.653,16 €	2.102.246,05 €	Ingresos derivados de estancia del contenedor	
20.902.566,48 €	21.307.080,13 €	21.719.504,00 €	22.139.993,91 €	TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS	

Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	GASTOS
68,52 €	68,52 €	68,52 €	68,52 €	Coste variable unitario de "I/E lleno" con CANON de ACTIVIDAD
2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	Tasa estimada incremento del coste
5.082.381,90 €	5.082.381,90 €	5.082.381,90 €	5.082.381,90 €	Coste variable total de "I/E lleno"
68,52 €	68,52 €	68,52 €	68,52 €	Coste variable unitario de "I/E vacío" con CANON de ACTIVIDAD
2%	2%	2%	2%	Tasa estimada incremento del coste
5.082.381,90 €	5.082.381,90 €	5.082.381,90 €	5.082.381,90 €	Coste variable total de "I/E vacío"
				Inversión Inicial Obra Civil en Euros
				% S/Inversión inicial Obra Civil de coste mantenimiento
559.705,09 €	567.149,17 €	574.692,25 €	582.335,66 €	Coste Mantenimiento Obra Civil
1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	Tasa estimada incremento costes mantenim. Obra Civil
10.724.468,89 €	10.731.912,97 €	10.739.456,05 €	10.747.099,46 €	Total de Costes Variables
4.174.718,26 €	4.258.212,63 €	4.343.376,88 €	4.430.244,42 €	Coste de personal
557.544,46 €	568.695,35 €	580.069,25 €	591.670,64 €	Coste de gastos generales
52.777,20 €	53.832,75 €	54.909,40 €	56.007,59 €	Seguros (por contenedor)
194.040,99 €	197.921,81 €	201.880,25 €	205.917,86 €	Coste mantenimiento TOS
77.616,40 €	79.168,73 €	80.752,10 €	82.367,14 €	Gastos Financieros
517.442,65 €	527.791,51 €	538.347,34 €	549.114,28 €	O.S., Servicios, administración, alquileres y otros gastos fijos
2%	2%	2%	2%	Tasa estimada de incremento de gastos
5.574.139,97 €	5.685.622,77 €	5.799.335,22 €	5.915.321,93 €	Total de costes fijos
16.298.608,86 €	16.417.535,74 €	16.538.791,28 €	16.662.421,39 €	TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	MARGEN OPERATIVO BRUTO
4.603.957,62 €	4.889.544,40 €	5.180.712,73 €	5.477.572,52 €	
6,48%	6,20%	5,95%	5,73%	Porcentaje de incremento

Fuente: elaboración propia

8.9. Distribución anual de las inversiones

En este apartado se ha realizado un estudio para conocer las inversiones que serían necesarias realizar cada año para la adquisición de los equipos con sus años de amortización. Se ha contemplado el número de equipos necesarios para el funcionamiento de la terminal, así como los que se adquirirían cada año según sea necesario, de modo que se distribuya la inversión a realizar. Así pues, se calculará la amortización anual y acumulada de cada año durante los 17 años de periodo de concesión. Se ha obtenido la amortización total de cada año como el sumatorio de la amortización parcial de cada equipo, y el inmovilizado acumulado anual y total como suma de las inversiones.

Los años de amortización de los equipos se han ajustado a la fecha fin de la concesión. Así pues, tanto a las grúas STS, las RTG y las ASC, se les ha reducido el periodo de amortización cuadrándolo al periodo de la concesión. El resto de maquinaria se ha mantenido con la vida útil esperable. Por lo tanto, en esta ocasión y debido al apretado plazo para rentabilizar la terminal, se ha supuesto que la maquinaria que se amortizaría antes de los 17 años, no se renueva, ya que su vida útil es muy similar y no sería rentable adquirir nuevas maquinarias, por lo general. Por consiguiente, los años de amortización quedan del siguiente modo:

Tabla 64. Años de amortización para cada equipo según terminal.

CONVENCIONAL		AUTOMATIZADA	
Equipo	Años amortización	Equipo	Años amortización
Grúas STS (POST PANAMAX)	17	Grúas STS (POST PANAMAX)	17
Grúas RTG	17	Grúas ASC	17
Tractores de terminal (TT)	10	Shuttle Carrier (SC)	15
Plataformas	10	Straddle Carrier	15
Reach Stacker (RS)	15	Reach Stacker (RS)	15

Fuente: elaboración propia

Por otro lado, se ha tenido en cuenta posibles inflaciones y aumentos en el coste de la maquinaria con los años, por lo que las nuevas adquisiciones tendrán un mayor coste al inicial.

Tabla 65. Suposiciones según el incremento del valor anual de la maquinaria.

Suposiciones	
Precio y coste de los contenedores I/E tendrán un incremento de valor	2%
Precio y coste de los contenedores T tendrán un incremento de valor	1,33%
Ingreso medio por almacenamiento del contenedor tendrá un incremento de valor	1,33%
Coste anual de mantenimiento infraestructuras y obra civil	1,00%
Coste anual de mantenimiento infraestructuras y obra civil tendrá un incremento	1,33%
Costes fijos tendrán un incremento de valor anual del	2,00%
En año 0 y 1, se supone un 50% de la capacidad de la terminal	50,00%
En año 2, un 80% de la capacidad	80,00%
En año 3, un 100% de la capacidad	100,00%

Fuente: elaboración propia

Finalmente, a partir de estos datos se ha calculado la distribución anual de las inversiones para la terminal convencional y automatizada.

Tabla 66. Inversiones en equipos de la terminal convencional. Años 1-4.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Tráfico de contenedores	74.261	118.817	148.521	148.521
Obra Civil Total	36.999.800,00 €			
Obra Civil periodificada	36.999.800,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Años de concesión	17	16	15	14
Cantidad Amortización anual	2.176.458,82 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortiz. Acumulado total	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €
Grúas				
Grúas total a adquirir	3	3	3	3
Precio unitario grúa	5.500.000,00 €	5.610.000,00 €	5.722.200,00 €	5.836.644,00 €
Incremento coste anual grúa	2%	2%	2%	2%
Nº grúas adquiridas ese año	3	0	0	0
Inversión/año	16.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	17	17	17	17
Cantidad Amortización anual	970.588,24 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €
Total amorti. Acumulado	970.588,24 €	1.941.176,47 €	2.911.764,71 €	3.882.352,94 €
RTGs				
Nº RTG totales	12	12	12	12
Precio unitario RTG	1.300.000,00 €	1.326.000,00 €	1.352.520,00 €	1.379.570,40 €
Incremento coste RTG anual	2%	2%	2%	2%
Nº RTG adquiridos ese año	6	6	0	0
Inversión/año	7.800.000,00 €	7.956.000,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	17	16	17	17
Cantidad Amortización anual	458.823,53 €	497.250,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	458.823,53 €	956.073,53 €	956.073,53 €	956.073,53 €
Total amorti. Acumulado	458.823,53 €	1.414.897,06 €	2.370.970,59 €	3.327.044,12 €
TT + Plataformas				
TT + PLT necesarios	18	0	0	0
Precio unitario TT + PLT	80.000,00 €	81.600,00 €	83.232,00 €	84.896,64 €
Incremento coste TT + PLT anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Nº TT + PLT adquiridos ese año	9	9	0	0
Inversión/año	720.000,00 €	734.400,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	17	16	17	17
Cantidad Amortización anual	42.352,94 €	45.900,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	42.352,94 €	88.252,94 €	88.252,94 €	88.252,94 €
Total amorti. Acumulado	42.352,94 €	130.605,88 €	218.858,82 €	307.111,76 €
TOS				
Coste adquisición	1.500.000,00 €			
Amortizable en años	10			
Coste mantenimiento	0			
Incremento coste TOS	0%			
Cantidad Amortización anual	150.000,00 €			
Total amortizar/año	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €
Total amorti. Acumulado	150.000,00 €	300.000,00 €	450.000,00 €	600.000,00 €
Reach Stacker				
RS a disponer	10			
Precio unitario RS	400.000,00 €	408.000,00 €	416.160,00 €	424.483,20 €
Incremento coste RTG anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Nº RS adquiridos ese año	5	5	0	0
Inversión/año	2.000.000,00 €	2.040.000,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	17	16	17	17
Cantidad Amortización anual	117.647,06 €	127.500,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	117.647,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €
Total amorti. Acumulado	117.647,06 €	362.794,12 €	607.941,18 €	853.088,24 €
Total amortización/año	3.915.870,59 €	670.650,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado acumulado anual	65.519.800,00 €	10.730.400,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado acumulado total	65.519.800,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4

Fuente: elaboración propia

Tabla 67. Inversiones en equipos de la terminal convencional. Años 14-17.

Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
148.521	148.521	148.521	148.521	
				36.999.800,00 €
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	36.999.800,00 €
4	3	2	1	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	36.999.800,00 €
3	3	3	3	
7.114.836,47 €	7.257.133,20 €	7.402.275,86 €	7.550.321,38 €	
2%	2%	2%	2%	
0	0	0	0	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	16.500.000,00 €
17	17	17	17	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	16.500.000,00 €
13.588.235,29 €	14.558.823,53 €	15.529.411,76 €	16.500.000,00 €	148.500.000,00 €
12	12	12	12	
1.681.688,62 €	1.715.322,39 €	1.749.628,84 €	1.784.621,42 €	
2%	2%	2%	2%	
0	0	0	0	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	15.756.000,00 €
17	17	17	17	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
956.073,53 €	956.073,53 €	956.073,53 €	956.073,53 €	15.756.000,00 €
12.887.779,41 €	13.843.852,94 €	14.799.926,47 €	15.756.000,00 €	137.826.000,00 €
0	0	0	0	
103.488,53 €	105.558,30 €	107.669,47 €	109.822,86 €	
2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	
0	0	0	0	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	1.454.400,00 €
17	17	17	17	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
88.252,94 €	88.252,94 €	88.252,94 €	88.252,94 €	1.454.400,00 €
1.189.641,18 €	1.277.894,12 €	1.366.147,06 €	1.454.400,00 €	12.722.400,00 €
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	1.500.000,00 €
1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	18.750.000,00 €
517.442,65 €	527.791,51 €	538.347,34 €	549.114,28 €	
2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	
0	0	0	0	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	4.040.000,00 €
17	17	17	17	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	4.040.000,00 €
3.304.558,82 €	3.549.705,88 €	3.794.852,94 €	4.040.000,00 €	35.340.000,00 €
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	4.586.520,59 €
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	76.250.200,00 €
76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	1.285.523.000,00 €
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	

Fuente: elaboración propia

A continuación, en la tabla siguiente se muestra la distribución de inversiones para la terminal automatizada en los cuatro primeros y últimos años.

Tabla 68. Inversiones en equipos de la terminal automatizada. Años 1-4.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Tráfico de contenedores	74.179	118.687	148.358	148.358
Obra Civil Total	47.137.300,00 €			
Obra Civil periodificada	47.137.300,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Años de concesión	17	16	15	14
Cantidad Amortización anual	2.772.782,35 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortiz. Acumulado total	2.772.782,35 €	2.772.782,35 €	2.772.782,35 €	2.772.782,35 €
Grúas				
Grúas consideradas óptimas	3	3	3	3
Precio unitario grúa	5.500.000,00 €	5.610.000,00 €	5.722.200,00 €	5.836.644,00 €
Incremento coste anual grúa	2%	2%	2%	2%
Nº grúas adquiridas ese año	3	0	0	0
Inversión/año	16.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	17	17	17	17
Cantidad Amortización anual	970.588,24 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €
Total amorti. Acumulado	970.588,24 €	1.941.176,47 €	2.911.764,71 €	3.882.352,94 €
ASC				
Nº ASC totales	12	12	12	12
Precio unitario ASC	2.000.000,00 €	2.040.000,00 €	2.080.800,00 €	2.122.416,00 €
Incremento coste ASC anual	2%	2%	2%	2%
Nº ASC adquiridos ese año	6	6	0	0
Inversión/año	12.000.000,00 €	12.240.000,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	17	16	17	17
Cantidad Amortización anual	705.882,35 €	765.000,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	705.882,35 €	1.470.882,35 €	1.470.882,35 €	1.470.882,35 €
Total amorti. Acumulado	705.882,35 €	2.176.764,71 €	3.647.647,06 €	5.118.529,41 €
Shuttle Carrier				
Shuttle Carrier óptimos a disponer	10	10	10	10
Precio unitario Shuttle Carrier	550.000,00 €	561.000,00 €	572.220,00 €	583.664,40 €
Incremento coste Shuttle Carrier anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Nº Shuttle Carrier adquiridos ese año	5	5	0	0
Inversión/año	2.750.000,00 €	2.805.000,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	17	16	17	17
Cantidad Amortización anual	161.764,71 €	175.312,50 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	161.764,71 €	337.077,21 €	337.077,21 €	337.077,21 €
Total amorti. Acumulado	161.764,71 €	498.841,91 €	835.919,12 €	1.172.996,32 €
Straddle Carrier				
Straddle Carrier óptimos a disponer	0	0	0	0
Precio unitario Straddle Carrier	550.000,00 €	561.000,00 €	572.220,00 €	583.664,40 €
Incremento coste Straddle Carrier anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Nº Straddle Carrier adquiridos ese año	0	0	0	0
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	17	16	15	17
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amorti. Acumulado	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
TOS				
Coste adquisición	3.000.000,00 €			
Amortizable en años	17			
Coste mantenimiento	0			
Incremento coste TOS	0%			
Cantidad Amortización anual	176.470,59 €			
Total amortizar/año	176.470,59 €	176.470,59 €	176.470,59 €	176.470,59 €
Total amorti. Acumulado	176.470,59 €	352.941,18 €	529.411,76 €	705.882,35 €
Reach Stacker				
RS a disponer	3			
Precio unitario RS	400.000,00 €	408.000,00 €	416.160,00 €	424.483,20 €
Incremento coste RTG anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Nº RS adquiridos ese año	2	1	0	0
Inversión/año	600.000,00 €	408.000,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	17	16	15	17
Cantidad Amortización anual	35.294,12 €	25.500,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	35.294,12 €	60.794,12 €	60.794,12 €	60.794,12 €
Total amorti. Acumulado	35.294,12 €	96.088,24 €	156.882,35 €	217.676,47 €
Total amortización/año	4.822.782,35 €	965.812,50 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado acumulado anual	81.987.300,00 €	15.453.000,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado acumulado total	81.987.300,00 €	97.440.300,00 €	97.440.300,00 €	97.440.300,00 €

Fuente: elaboración propia

Tabla 69. Inversiones en equipos de la terminal automatizada. Años 14-17.

Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
148.358	148.358	148.358	148.358	
				47.137.300,00 €
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	47.137.300,00 €
4	3	2	1	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
2.772.782,35 €	2.772.782,35 €	2.772.782,35 €	2.772.782,35 €	47.137.300,00 €
3	3	3	3	
7.114.836,47 €	7.257.133,20 €	7.402.275,86 €	7.550.321,38 €	
2%	2%	2%	2%	
0	0	0	0	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	16.500.000,00 €
17	17	17	17	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	16.500.000,00 €
13.588.235,29 €	14.558.823,53 €	15.529.411,76 €	16.500.000,00 €	148.500.000,00 €
12	12	12	12	
2.587.213,26 €	2.638.957,53 €	2.691.736,68 €	2.745.571,41 €	
2%	2%	2%	2%	
0	0	0	0	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	24.240.000,00 €
17	17	17	17	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
1.470.882,35 €	1.470.882,35 €	1.470.882,35 €	1.470.882,35 €	24.240.000,00 €
19.827.352,94 €	21.298.235,29 €	22.769.117,65 €	24.240.000,00 €	212.040.000,00 €
10	10	10	10	
711.483,65 €	725.713,32 €	740.227,59 €	755.032,14 €	
2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	
0	0	0	0	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	5.555.000,00 €
17	17	17	17	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
337.077,21 €	337.077,21 €	337.077,21 €	337.077,21 €	5.555.000,00 €
4.543.768,38 €	4.880.845,59 €	5.217.922,79 €	5.555.000,00 €	48.592.500,00 €
0	0	0	0	
711.483,65 €	725.713,32 €	740.227,59 €	755.032,14 €	
2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	
0	0	0	0	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
17	17	17	17	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
				3.000.000,00 €
				176.470,59 €
176.470,59 €	176.470,59 €	176.470,59 €	176.470,59 €	3.000.000,00 €
2.470.588,24 €	2.647.058,82 €	2.823.529,41 €	3.000.000,00 €	27.000.000,00 €
517.442,65 €	527.791,51 €	538.347,34 €	549.114,28 €	
2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	
0	0	0	0	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	1.008.000,00 €
17	17	17	17	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
60.794,12 €	60.794,12 €	60.794,12 €	60.794,12 €	1.008.000,00 €
825.617,65 €	886.411,76 €	947.205,88 €	1.008.000,00 €	8.868.000,00 €
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
97.440.300,00 €	97.440.300,00 €	97.440.300,00 €	97.440.300,00 €	97.440.300,00 €

Fuente: elaboración propia

8.10. Amortización anual

En este apartado se analiza la amortización anual y la inversión anual necesaria así como la total durante el periodo de concesión de 17 años. Como se puede observar, la diferencia entre ambas terminales reside principalmente en los costes de los equipos ASC, ya que son los que afectan en mayor medida a la inversión total. Sin embargo, este tipo de inversión es coherente porque es un equipo automatizado y en el futuro, al no requerir mano de obra portuaria, se reducirán sus costos operativos. Se ha supuesto una coste de 2.000.000€ por costes relativos a proyecto, simulaciones, gastos de la compañía, etc. Además, al final de la tabla se muestra el inmovilizado bruto y neto, obteniendo para el año 17 una amortización acumulada igual al inmovilizado bruto, lo que implica que se cubre al completo la inversión realizada.

Tabla 70. Cálculo de la amortización para la terminal convencional. Años 1-4.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inversión en inmovilizado Obra Civil	36.999.800,00 €	36.999.800,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inversión en gastos amortizables	2.000.000,00 €				
Años amortización gastos constitu./proyectos	1				
Inversión inicial en inmovilizado, maquinaria, gruas (STS)	16.500.000,00 €	16.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inversión inicial en inmovilizado, maquinaria, RTGs	15.756.000,00 €	7.800.000,00 €	7.956.000,00 €	0,00 €	0,00 €
Inversión en TT + PLT	1.454.400,00 €	720.000,00 €	734.400,00 €	0,00 €	0,00 €
Inversión en TOS	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inversión en RS	4.040.000,00 €	2.000.000,00 €	2.040.000,00 €	0,00 €	0,00 €
Inversión Total en 17 años	78.250.200,00 €	65.519.800,00 €	10.730.400,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortización inmovilizado (Obra Civil)	36.999.800,00 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €
Amortización de los gastos amortizables 1er año	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortización inmovilizado maquinaria Grúas	16.500.000,00 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €
Amortización inmovilizado maquinaria RTGs	15.756.000,00 €	458.823,53 €	956.073,53 €	956.073,53 €	956.073,53 €
Amortización inmovilizado maquinaria TT + PLT	1.454.400,00 €	42.352,94 €	88.252,94 €	88.252,94 €	88.252,94 €
Amortización inmovilizado en automatización TOS	1.500.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €
Amortización inmovilizado maquinaria RS	4.040.000,00 €	117.647,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €
Total Amortización (acumulada)	78.250.200,00 €	5.915.870,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €
Evolución del inmovilizado y de los gastos amortizables	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inmovilizado bruto a final de año (acumulado)	76.250.200,00 €	65.519.800,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €
Amortización acumulada	0,00 €	3.915.870,59 €	8.502.391,18 €	13.088.911,76 €	17.675.432,35 €
Inmovilizado neto	76.250.200,00 €	61.603.929,41 €	67.747.808,82 €	63.161.288,24 €	58.574.767,65 €
Gastos amortizables brutos 1er año	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €
Amortización acumulada	0,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €
Gastos amortizables netos	2.000.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

Fuente: elaboración propia

Tabla 71. Cálculo de la amortización para la terminal convencional. Años 14-17.

Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Inversión en inmovilizado Obra Civil
				Inversión en gastos amortizables
				Años amortización gastos constitu./proyectos
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Inversión inicial en inmovilizado, maquinaria, gruas (STS)
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Inversión inicial en inmovilizado, maquinaria, RTGs
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Inversión en TT + PLT
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Inversión en TOS
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Inversión en RS
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Inversión Total en 17 años
2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	Amortización inmovilizado (Obra Civil)
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Amortización de los gastos amortizables 1er año
970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	Amortización inmovilizado maquinaria Grúas
956.073,53 €	956.073,53 €	956.073,53 €	956.073,53 €	Amortización inmovilizado maquinaria RTGs
88.252,94 €	88.252,94 €	88.252,94 €	88.252,94 €	Amortización inmovilizado maquinaria TT + PLT
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Amortización inmovilizado en automatización TOS
245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	Amortización inmovilizado maquinaria RS
4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	Total Amortización (acumulada)
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Evolución del inmovilizado y de los gastos amortizables
76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	Inmovilizado bruto a final de año (acumulado)
62.940.638,24 €	67.377.158,82 €	71.813.679,41 €	76.250.200,00 €	Amortización acumulada
13.309.561,76 €	8.873.041,18 €	4.436.520,59 €	0,00 €	Inmovilizado neto
2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	Gastos amortizables brutos 1er año
2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	Amortización acumulada
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Gastos amortizables netos

A continuación se muestran los resultados para la terminal automatizada:

Tabla 72. Cálculo de la inversión y amortización para la terminal automatizada. Años 1-4.

Supuestos:					
Costes relativos a proyecto, simulaciones, gastos de la compañía	2.000.000,00 €				
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inversión en inmovilizado Obra Civil	47.137.300,00 €	47.137.300,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inversión en gastos amortizables	2.000.000,00 €				
Años amortización gastos constitu./proyectos	1,00 €				
Inversión inicial en inmovilizado, maquinaria, gruas (STS)	16.500.000,00 €	16.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inversión inicial en inmovilizado, maquinaria, ASC	24.240.000,00 €	12.000.000,00 €	12.240.000,00 €	0,00 €	0,00 €
Inversión en Shuttle Carrier	5.555.000,00 €	2.750.000,00 €	2.805.000,00 €	0,00 €	0,00 €
Inversión en Straddle Carrier	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inversión en TOS	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inversión en RS	1.008.000,00 €	600.000,00 €	408.000,00 €	0,00 €	0,00 €
Inversión Total en 17 años	99.440.300,00 €	81.987.300,00 €	15.453.000,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortización inmovilizado (Obra Civil)	47.137.300,00 €	2.772.782,35 €	2.772.782,35 €	2.772.782,35 €	2.772.782,35 €
Amortización de los gastos amortizables 1er año	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortización inmovilizado maquinaria Grúas	16.500.000,00 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €
Amortización inmovilizado maquinaria ASC	24.240.000,00 €	705.882,35 €	1.470.882,35 €	1.470.882,35 €	1.470.882,35 €
Amortización inmovilizado maquinaria Shuttle Carrier	5.555.000,00 €	161.764,71 €	337.077,21 €	337.077,21 €	337.077,21 €
Amortización inmovilizado maquinaria Straddle Carrier	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortización inmovilizado en automatización TOS	3.000.000,00 €	176.470,59 €	176.470,59 €	176.470,59 €	176.470,59 €
Amortización inmovilizado maquinaria RS	1.008.000,00 €	35.294,12 €	60.794,12 €	60.794,12 €	60.794,12 €
Total Amortización (acumulada)	99.440.300,00 €	6.822.782,35 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €
Evolución del inmovilizado y de los gastos amortizables	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inmovilizado bruto a final de año (acumulado)	97.440.300,00 €	81.987.300,00 €	97.440.300,00 €	97.440.300,00 €	97.440.300,00 €
Amortización acumulada	0,00 €	4.822.782,35 €	10.611.377,21 €	16.399.972,06 €	22.188.566,91 €
Inmovilizado neto	97.440.300,00 €	77.164.517,65 €	86.828.922,79 €	81.040.327,94 €	75.251.733,09 €
Gastos amortizables brutos 1er año	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €
Amortización acumulada	0,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €
Gastos amortizables netos	2.000.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

Fuente: elaboración propia

Tabla 73. Cálculo de la inversión y amortización para la terminal automatizada. Años 14-17.

Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Inversión en inmovilizado Obra Civil
				Inversión en gastos amortizables
				Años amortización gastos constitu./proyectos
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Inversión inicial en inmovilizado, maquinaria, gruas (STS)
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Inversión inicial en inmovilizado, maquinaria, ASC
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Inversión en Shuttle Carrier
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Inversión en Straddle Carrier
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Inversión en TOS
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Inversión en RS
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Inversión Total en 17 años
2.772.782,35 €	2.772.782,35 €	2.772.782,35 €	2.772.782,35 €	Amortización inmovilizado (Obra Civil)
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Amortización de los gastos amortizables 1er año
970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	Amortización inmovilizado maquinaria Grúas
1.470.882,35 €	1.470.882,35 €	1.470.882,35 €	1.470.882,35 €	Amortización inmovilizado maquinaria ASC
337.077,21 €	337.077,21 €	337.077,21 €	337.077,21 €	Amortización inmovilizado maquinaria Shuttle Carrier
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Amortización inmovilizado maquinaria Straddle Carrier
176.470,59 €	176.470,59 €	176.470,59 €	176.470,59 €	Amortización inmovilizado en automatización TOS
60.794,12 €	60.794,12 €	60.794,12 €	60.794,12 €	Amortización inmovilizado maquinaria RS
5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	Total Amortización (acumulada)
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Evolución del inmovilizado y de los gastos amortizables
97.440.300,00 €	97.440.300,00 €	97.440.300,00 €	97.440.300,00 €	Inmovilizado bruto a final de año (acumulado)
80.074.515,44 €	85.863.110,29 €	91.651.705,15 €	97.440.300,00 €	Amortización acumulada
17.365.784,56 €	11.577.189,71 €	5.788.594,85 €	0,00 €	Inmovilizado neto
2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	Gastos amortizables brutos 1er año
2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	2.000.000,00 €	Amortización acumulada
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Gastos amortizables netos

Fuente: elaboración propia

8.11. Deuda

En esta apartado se calculará el monto de interés y el capital a invertir cada año. Se asumirá que el capital social representará el 10% de la inversión total, el resto se financiará.

Es importante considerar que toda la deuda (principal + intereses) queda dentro del periodo de la concesión. El plazo de amortización de la deuda es el tiempo durante el cual se amortizan los préstamos que el concesionario ha adquirido. Además, el tipo de interés a aplicar representará un balance entre el riesgo y la oportunidad de la utilización de una cantidad de dinero en una situación y tiempo determinado.

En las tablas expuestas a continuación, se reflejan los cálculos de la deuda para la terminal automatizada y convencional. En ellas se ha tenido en cuenta que:

- Importe de la deuda al inicio de cada año. Es la suma de todas las deudas de los equipos que son adquiridos anualmente.
- Importe de la deuda a final del año. Es la resta de la deuda al inicio del año y la amortización anual del principal.
- Importe medio de la deuda. Resultado de la semisuma de la deuda al inicio y final de cada año.
- Tipo de interés. Se establece un interés del 3,5%. Se le ha añadido 3,5 puntos al 0% que se ha tomado del Euribor.
- Interés anual. Es el producto de la tasa de interés de la deuda
- Servicio a la deuda anual. Resulta de la suma del interés anual y del principal amortizado anual.

En las siguientes tablas se muestran los cálculos de la deuda para ambas terminales:

Tabla 74. Cálculo de la Deuda en la terminal convencional. Años 1-4.

	10%					
Capital de los accionistas	10%					
Financiación con deuda	90%					
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables	78.250.200,00 €					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	
Importe deuda Obra Civil		36.999.800,00 €				
Importe deuda Grúas STS		16.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Plazo amortización (años) STS		17	17	17	17	
Importe deuda Grúas RTGs		7.800.000,00 €	7.956.000,00 €	0,00 €	0,00 €	
Plazo amortización (años) RTGs		17	17	17	17	
Importe deuda TT+PLT		720.000,00 €	734.400,00 €	0,00 €	0,00 €	
Plazo amortización (años) TT+PLT		10	10	10	10	
Importe deuda TOS		1.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Plazo amortización (años) TOS		10	10	10	10	
Importe deuda RS		2.000.000,00 €	2.040.000,00 €	0,00 €	0,00 €	
Plazo amortización (años) RS		15	15	15	15	
Principal a amortizar anualmente		5.915.870,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	
Importe deuda inicio de cada año		67.519.800,00 €	72.334.329,41 €	67.747.808,82 €	63.161.288,24 €	
Importe deuda a final de año	36.999.800,00 €	61.603.929,41 €	67.747.808,82 €	63.161.288,24 €	58.574.767,65 €	
Importe medio de la deuda en cada año		64.561.864,71 €	70.041.069,12 €	65.454.548,53 €	60.868.027,94 €	
Tipo de interés de referencia (EURIBOR)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Margen sobre el tipo de referencia		3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	
Tipo de interés de la deuda		3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	
Interés anual		2.259.665,26 €	2.451.437,42 €	2.290.909,20 €	2.130.380,98 €	
Servicio a la deuda anual		8.175.535,85 €	7.037.958,01 €	6.877.429,79 €	6.716.901,57 €	

Fuente: elaboración propia

Tabla 75. Cálculo de la Deuda en la terminal convencional. Años 14-17.

Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
				Importe deuda Obra Civil
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Importe deuda Grúas STS
17	17	17	17	Plazo amortización (años) STS
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Importe deuda Grúas RTGs
17	17	17	17	Plazo amortización (años) RTGs
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Importe deuda TT+PLT
10	10	10	10	Plazo amortización (años) TT+PLT
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Importe deuda TOS
10	10	10	10	Plazo amortización (años) TOS
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Importe deuda RS
15	15	15	15	Plazo amortización (años) RS
4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	Principal a amortizar anualmente
17.746.082,35 €	13.309.561,76 €	8.873.041,18 €	4.436.520,59 €	Importe deuda inicio de cada año
13.309.561,76 €	8.873.041,18 €	4.436.520,59 €	0,00 €	Importe deuda a final de año
15.527.822,06 €	11.091.301,47 €	6.654.780,88 €	2.218.260,29 €	Importe medio de la deuda en cada año
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	Tipo de interés de referencia (EURIBOR)
3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	Margen sobre el tipo de referencia
3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	Tipo de interés de la deuda
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
543.473,77 €	388.195,55 €	232.917,33 €	77.639,11 €	Interés anual
4.979.994,36 €	4.824.716,14 €	4.669.437,92 €	4.514.159,70 €	Servicio a la deuda anual

Fuente: elaboración propia

Tabla 76. Cálculo de la Deuda en la terminal automatizada. Años 1-4

Capital de los accionistas	10%				
Financiación con deuda	90%				
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables	99.440.300,00 €				
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Importe deuda Obra Civil		36.999.800,00 €			
Importe deuda Grúas STS		16.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) STS		17	17	17	17
Importe deuda Grúas ASC		12.000.000,00 €	12.240.000,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) RTGs		17	17	17	17
Importe deuda Shuttle Carrier		2.750.000,00 €	2.805.000,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TT+PLT		10	10	10	10
Importe deuda Straddle Carrier		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TT+PLT		10	10	10	10
Importe deuda Grúas TOS		3.000.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TOS		10	10	10	10
Importe deuda RS		600.000,00 €	408.000,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) RS		15	15	15	15
Principal a amortizar anualmente		6.822.782,35 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €
Importe deuda inicio de cada año		73.849.800,00 €	82.480.017,65 €	76.691.422,79 €	70.902.827,94 €
Importe deuda a final de año	47.137.300,00 €	67.027.017,65 €	76.691.422,79 €	70.902.827,94 €	65.114.233,09 €
Importe medio de la deuda en cada año		70.438.408,82 €	79.585.720,22 €	73.797.125,37 €	68.008.530,51 €
Tipo de interés de referencia (EURIBOR)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Margen sobre el tipo de referencia		3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
Tipo de interés de la deuda		3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Interés anual		2.465.344,31 €	2.785.500,21 €	2.582.899,39 €	2.380.298,57 €
Servicio a la deuda anual		9.288.126,66 €	8.574.095,06 €	8.371.494,24 €	8.168.893,42 €

Fuente: elaboración propia

Tabla 77. Cálculo de la Deuda en la terminal automatizada. Años 14-17.

Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
				Importe deuda Obra Civil
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Importe deuda Grúas STS
17	17	17	17	Plazo amortización (años) STS
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Importe deuda Grúas ASC
17	17	17	17	Plazo amortización (años) RTGs
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Importe deuda Shuttle Carrier
10	10	10	10	Plazo amortización (años) TT+PLT
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Importe deuda Straddle Carrier
10	10	10	10	Plazo amortización (años) TT+PLT
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Importe deuda Grúas TOS
10	10	10	10	Plazo amortización (años) TOS
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Importe deuda RS
15	15	15	15	Plazo amortización (años) RS
5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	Principal a amortizar anualmente
13.016.879,41 €	7.228.284,56 €	1.439.689,71 €	-4.348.905,15 €	Importe deuda inicio de cada año
7.228.284,56 €	1.439.689,71 €	-4.348.905,15 €	-10.137.500,00 €	Importe deuda a final de año
10.122.581,99 €	4.333.987,13 €	-1.454.607,72 €	-7.243.202,57 €	Importe medio de la deuda en cada año
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	Tipo de interés de referencia (EURIBOR)
3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	Margen sobre el tipo de referencia
3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	Tipo de interés de la deuda
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
354.290,37 €	151.689,55 €	-50.911,27 €	-253.512,09 €	Interés anual
6.142.885,22 €	5.940.284,40 €	5.737.683,58 €	5.535.082,76 €	Servicio a la deuda anual

Fuente: elaboración propia

8.12. Cuenta de Pérdidas y Ganancias y flujo de fondos para el servicio de la deuda

En primer lugar, para la obtención de la cuenta de resultados, se han tenido en cuenta los ingresos y los gastos operativos, el margen operativo bruto, la amortización anual y los intereses. En segundo lugar, se obtiene el beneficio antes de impuestos restando al margen operativo bruto la amortización y los intereses. A continuación se obtiene el Beneficio neto como resta de los impuestos al beneficio antes de impuestos.

Por otro lado, para hallar el flujo de caja disponible para el servicio de la deuda (FCD) se restan los impuestos y el incremento de necesidades de operativas de fondos (NOF) al margen operativo bruto. Las necesidades operativas de fondos (NOF) se han supuesto un 4% de los ingresos operativos. Las NOF indican la inversión en circulante (efectivo y activos de liquidez inmediata) que la empresa necesita para cubrir los gastos operativos y desarrollar la actividad. Se denomina también inversión neta en circulante o fondo de maniobra operativo. Es la diferencia Activo corriente - Pasivo corriente, que es lo mismo que Recursos permanentes - Activo no corriente.

Gráfica 38. Esquema de la Cuenta de Pérdidas y Ganancias.



Fuente: (Moreno Martínez, 2013)

En las siguientes tablas se muestran los cálculos realizados en los primeros y últimos 4 años tanto para la terminal convencional como para la automatizada.

Tabla 78. Cuenta de resultados y flujo de fondos para el servicio de la deuda en la terminal convencional. Años 1-4 y 14-17.

CÁLCULO DE LA CUENTA DE RESULTADOS TERMINAL CONVENCIONAL						
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos operativos			8.157.995,82 €	13.304.718,22 €	16.951.950,22 €	17.279.269,90 €
Gastos operativos			10.999.496,11 €	14.673.395,64 €	17.084.269,94 €	17.192.984,06 €
Beneficio operativo (EBITDA)			-2.841.500,29 €	-1.368.677,42 €	-132.319,72 €	86.285,83 €
Amortización anual			5.915.870,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €
Beneficio antes de Intereses e Impuestos (BAII)			-8.757.370,88 €	-5.955.198,01 €	-4.718.840,31 €	-4.500.234,76 €
Intereses			2.259.665,26 €	2.451.437,42 €	2.290.909,20 €	2.130.380,98 €
Beneficios antes de impuestos (BAI)			-11.017.036,14 €	-8.406.635,43 €	-7.009.749,50 €	-6.630.615,73 €
(Tipo impositivo)		0,00 €	30%	30%	30%	30%
Impuestos			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Beneficio neto (BN) o BDI			-11.017.036,14 €	-8.406.635,43 €	-7.009.749,50 €	-6.630.615,73 €
Porcentaje de incremento				-23,69%	-16,62%	-5,41%

CÁLCULO DEL FLUJO DE FONDOS PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA						
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Margen operativo bruto			-2.841.500,29 €	-1.368.677,42 €	-132.319,72 €	86.285,83 €
Impuestos			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
NOF (% de ingresos operativos)	-4,00%		-326.319,83 €	-532.188,73 €	-678.078,01 €	-691.170,80 €
Incremento de necesidades operativas de fondos (NOF)			-326.319,83 €	-205.868,90 €	-145.889,28 €	-13.092,79 €
Flujo de caja disponible para el servicio de la deuda (FCD)			-2.515.180,46 €	-1.162.808,53 €	13.569,56 €	99.378,62 €

Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
20.925.536,34 €	21.330.494,51 €	21.743.371,59 €	22.164.323,57 €	Ingresos operativos
18.405.123,53 €	18.539.856,57 €	18.677.245,11 €	18.817.341,76 €	Gastos operativos
2.520.412,80 €	2.790.637,94 €	3.066.126,48 €	3.346.981,82 €	Beneficio operativo (EBITDA)
4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	Amortización anual
-1.916.107,79 €	-1.645.882,65 €	-1.370.394,11 €	-1.089.538,77 €	Beneficio antes de Intereses e Impuestos (BAII)
543.473,77 €	388.195,55 €	232.917,33 €	77.639,11 €	Intereses
-2.459.581,56 €	-2.034.078,20 €	-1.603.311,44 €	-1.167.177,88 €	Beneficios antes de impuestos (BAI)
30%	30%	30%	30%	(Tipo impositivo)
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Impuestos
-2.459.581,56 €	-2.034.078,20 €	-1.603.311,44 €	-1.167.177,88 €	Beneficio neto (BN) o BDI
-14,60%	-17,30%	-21,18%	-27,20%	Porcentaje de incremento

Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
2.520.412,80 €	2.790.637,94 €	3.066.126,48 €	3.346.981,82 €	Margen operativo bruto
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Impuestos
-837.021,45 €	-853.219,78 €	-869.734,86 €	-886.572,94 €	NOF (% de ingresos operativos)
-15.887,69 €	-16.198,33 €	-16.515,08 €	-16.838,08 €	Incremento de necesidades operativas de fondos (NOF)
2.536.300,49 €	2.806.836,27 €	3.082.641,56 €	3.363.819,89 €	Flujo de caja disponible para el servicio de la deuda (FCD)

Fuente: elaboración propia

Tabla 79. Cuenta de resultados y flujo de fondos para el servicio de la deuda en la terminal automatizada. Años 1-4 y 14-17.

CÁLCULO DE LA CUENTA DE RESULTADOS TERMINAL AUTOMATIZADA						
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos operativos			8.149.040,83 €	13.290.113,70 €	16.933.342,15 €	17.260.302,53 €
Gastos operativos			9.763.091,85 €	13.004.624,63 €	15.131.833,46 €	15.227.932,08 €
Beneficio operativo (EBITDA)			-1.614.051,02 €	285.489,07 €	1.801.508,70 €	2.032.370,45 €
Amortización anual			6.822.782,35 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €
Beneficio antes de Intereses e Impuestos (BAII)			-8.436.833,37 €	-5.503.105,78 €	-3.987.086,16 €	-3.756.224,41 €
Intereses			2.465.344,31 €	2.785.500,21 €	2.582.899,39 €	2.380.298,57 €
Beneficios antes de impuestos (BAI)			-10.902.177,68 €	-8.288.605,99 €	-6.569.985,54 €	-6.136.522,97 €
(Tipo impositivo)			30%	30%	30%	30%
Impuestos			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Beneficio neto (BN) o BDI			-10.902.177,68 €	-8.288.605,99 €	-6.569.985,54 €	-6.136.522,97 €
Porcentaje de incremento				-23,97%	-20,73%	-6,60%
CÁLCULO DEL FLUJO DE FONDOS PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA						
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Margen operativo bruto			-1.614.051,02 €	285.489,07 €	1.801.508,70 €	2.032.370,45 €
Impuestos			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
NOF (% de ingresos operativos)	-4,00%		-325.961,63 €	-531.604,55 €	-677.333,69 €	-690.412,10 €
Incremento de necesidades operativas de fondos (NOF)			-325.961,63 €	-205.642,91 €	-145.729,14 €	-13.078,42 €
Flujo de caja disponible para el servicio de la deuda (FCD)			-1.288.089,38 €	491.131,98 €	1.947.237,83 €	2.045.448,86 €
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17			
20.902.566,48 €	21.307.080,13 €	21.719.504,00 €	22.139.993,91 €	Ingresos operativos		
16.298.608,86 €	16.417.535,74 €	16.538.791,28 €	16.662.421,39 €	Gastos operativos		
4.603.957,62 €	4.889.544,40 €	5.180.712,73 €	5.477.572,52 €	Beneficio operativo (EBITDA)		
5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	Amortización anual		
-1.184.637,23 €	-899.050,46 €	-607.882,12 €	-311.022,33 €	Beneficio antes de Intereses e Impuestos (BAII)		
354.290,37 €	151.689,55 €	-50.911,27 €	-253.512,09 €	Intereses		
-1.538.927,60 €	-1.050.740,01 €	-556.970,85 €	-57.510,24 €	Beneficios antes de impuestos (BAI)		
30%	30%	30%	30%	(Tipo impositivo)		
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Impuestos		
-1.538.927,60 €	-1.050.740,01 €	-556.970,85 €	-57.510,24 €	Beneficio neto (BN) o BDI		
-23,88%	-31,72%	-46,99%	-89,67%	Porcentaje de incremento		
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17			
4.603.957,62 €	4.889.544,40 €	5.180.712,73 €	5.477.572,52 €	Margen operativo bruto		
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Impuestos		
-836.102,66 €	-852.283,21 €	-868.780,16 €	-885.599,76 €	NOF (% de ingresos operativos)		
-15.870,25 €	-16.180,55 €	-16.496,95 €	-16.819,60 €	Incremento de necesidades operativas de fondos (NOF)		
4.619.827,87 €	4.905.724,94 €	5.197.209,68 €	5.494.392,12 €	Flujo de caja disponible para el servicio de la deuda (FCD)		

Fuente: elaboración propia

8.13. Cálculo del Balance, VAN, TIR Y Periodo de retorno de la inversión

En primer lugar, el cálculo del balance se ha realizado antes del reparto dividendos, mediante la obtención del activo y el pasivo de forma que siempre han de tener el mismo valor. La caja necesaria, los clientes, el stock y los proveedores se han supuesto un 4%, 8%, 0% y 12% de los ingresos operativos respectivamente. La caja suplementaria se obtiene restando del resto de los activos al valor total del pasivo, de forma que se cuadre.

En segundo lugar se ha procedido al cálculo de los dividendos distribuibles. El flujo de caja para el servicio de la deuda y el servicio de la deuda anual se ha obtenido antes. El flujo de caja disponible para la deuda será la diferencia entre el flujo de caja para el servicio de la deuda y el servicio de la deuda. Cuando este valor es negativo, el flujo de caja disponible para dividendos es 0. La mismo para el beneficio del año. Después se procede a realizar un nuevo balance tras el reparto total de los dividendos repartibles.

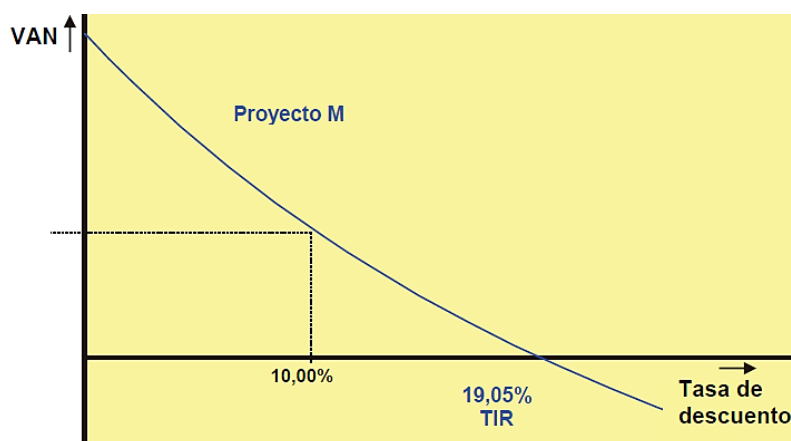
Finalmente, se ha calculado el VAN, el TIR y el Periodo de retorno de la inversión. En cuanto a la tasa de descuento se ha supuesto del 6%. Si se aumenta la tasa empleada para calcular el VAN, éste disminuirá, siempre y cuando el proyecto sea de tipo convencional, con desembolsos iniciales y retornos positivos posteriores. Para hallar el VAN es necesario calcular el valor de la suma de los dividendos descontados. Asimismo, estos se obtendrán como el cociente entre los dividendos repartibles anualmente y el factor de descuento de la tasa. Para la obtención del TIR se buscará la tasa de descuento que hace que el valor del VAN sea nulo.

Para obtener el período de retorno de la inversión, al dividendo anual se le restará el capital inicial. Por lo tanto, cuando el valor de la operación es 0 (es decir, son iguales), es el momento en que la inversión comienza a recuperarse.

Por lo tanto si el $VAN > 0$, la inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida y el proyecto puede aceptarse. En cambio, si el $VAN < 0$, la inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida y el proyecto debería rechazarse. Si el VAN fuera nulo, la inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas y el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida, por lo que la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores.

El VAN y el TIR como criterios de decisión. Como se ha comentado anteriormente, al aumentar la tasa de descuento en el cálculo del valor actual neto, éste va disminuyendo. Esta relación se observa muy bien en la siguiente gráfica.

Gráfica 39. Relación entre el VAN y el TIR.



Fuente: Ejemplo extraído de "Gestión de empresas de la construcción, una pincelada."

Por lo que, si la tasa de descuento es menor que la tasa interna de rentabilidad (TIR), el VAN es positivo y si la tasa de descuento es mayor que la TIR, el VAN es negativo. Así pues se concluye que, si el VAN es positivo, la TIR del proyecto será mayor que la tasa de descuento o alternativa y el proyecto debe realizarse, y de forma contraria si el VAN es negativo.

Los cálculos y los resultados se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 80. Balance, TIR y Periodo de retorno de la inversión en la terminal convencional para los primeros 4 años.

CÁLCULO DEL BALANCE TERMINAL CONVENCIONAL						
Capital de los accionistas	10%	7.825.020,00 €	Caja necesaria (4% ingresos operativos)	4,00%	Stock (0% ingresos operativos)	0%
Financiación con deuda	90%	70.425.180,00 €	Cientes (8% ingresos operativos)	8,00%		
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables	78.250.200		Proveedores (12% ingresos operativos)	12%		
BALANCE ANTES DEL REPARTO DE DIVIDENDOS						
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Caja necesaria		0,00 €	326.319,83 €	532.188,73 €	678.078,01 €	691.170,80 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)		-33.425.380,00 €	-3.192.016,14 €	-11.598.651,57 €	-18.608.401,08 €	-25.239.016,81 €
Cientes		0,00 €	652.639,67 €	1.064.377,46 €	1.356.156,02 €	1.382.341,59 €
Stock		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado neto		76.250.200,00 €	61.603.929,41 €	67.747.808,82 €	63.161.288,24 €	58.574.767,65 €
Gasto amortizables netos		2.000.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total Activo		44.824.820,00 €	59.390.872,77 €	57.745.723,44 €	46.587.121,18 €	35.409.263,22 €
Proveedores		0,00 €	978.959,50 €	1.596.566,19 €	2.034.234,03 €	2.073.512,39 €
Deuda principal		36.999.800,00 €	61.603.929,41 €	67.747.808,82 €	63.161.288,24 €	58.574.767,65 €
Beneficios del año		0,00 €	-11.017.036,14 €	-8.406.635,43 €	-7.009.749,50 €	-6.630.615,73 €
Reservas acumuladas		0,00 €	0,00 €	-11.017.036,14 €	-19.423.671,57 €	-26.433.421,08 €
Capital		7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €
Total Pasivo		44.824.820,00 €	59.390.872,77 €	57.745.723,44 €	46.587.121,18 €	35.409.263,22 €
CÁLCULO DE LOS DIVIDENDOS DISTRIBUIBLES						
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Flujo de caja para el servicio de la deuda (FCD)		0,00 €	-2.515.180,46 €	-1.162.808,53 €	13.569,56 €	99.378,62 €
Servicio de la deuda anual(SD)		0,00 €	8.175.535,85 €	7.037.958,01 €	6.877.429,79 €	6.716.901,57 €
Flujo de caja disponible para dividendos (FCDiv=FCD-SD)		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
FCDiv acumulado		0	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Beneficios del año		0	-10.690.716,31 €	-8.200.766,54 €	-6.863.860,22 €	-6.617.522,95 €
Beneficios acumulados como límite al reparto de dividendos		0	-10.690.716,31 €	-18.891.482,85 €	-25.755.343,07 €	-32.372.866,02 €
Dividendos repartibles anualmente		0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Dividendos repartibles acumulados		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
CÁLCULO DEL BALANCE TRAS EL REPARTO DEL TOTAL DE LOS DIVIDENDOS REPARTIBLES						
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Caja necesaria		0,00 €	326.319,83 €	532.188,73 €	678.078,01 €	691.170,80 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)		-33.425.380	-2.865.696	-11.066.463	-17.930.323	-24.547.846
Cientes		0,00 €	652.639,67 €	1.064.377,46 €	1.356.156,02 €	1.382.341,59 €
Stock		0	0	0	0	0
Inmovilizado neto		76.250.200	61.603.929	67.747.809	63.161.288	58.574.768
Gasto amortizables netos		2.000.000	0	0	0	0
Total Activo		44.824.820,00 €	59.717.192,60 €	58.277.912,16 €	47.265.199,19 €	36.100.434,02 €
Proveedores		0,00 €	978.959,50 €	1.596.566,19 €	2.034.234,03 €	2.073.512,39 €
Deuda principal		36.999.800,00 €	61.603.929,41 €	67.747.808,82 €	63.161.288,24 €	58.574.767,65 €
Reservas (beneficios no distribuidos)		0,00 €	-10.690.716,31 €	-18.891.482,85 €	-25.755.343,07 €	-32.372.866,02 €
Capital		7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €
Total Pasivo		44.824.820,00 €	59.717.192,60 €	58.277.912,16 €	47.265.199,19 €	36.100.434,02 €



Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



CÁLCULO DEL VAN, TIR Y PERÍODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN EN BASE A CAPITAL INVERTIDO Y DIVIDENDOS

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
			1	2	3	4
Capital invertido	lo	7.825.020,00 €				
Dividendos repartibles anualmente		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Tasa de descuento aplicable para calcular el VAN	t	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%
Dividendos descontados			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
VA de los dividendos		0,00 €				
VAN de la inversión		-7.825.020,00 €				
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Esquema de la inversión		0,00 €	-7.825.020,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
TIR de la inversión		# NUM				
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Dividendos repartibles			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Dividendos repartibles acumulados (A)			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Capital invertido (B)		7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €
A-B		-7.825.020,00 €	-7.825.020,00 €	-7.825.020,00 €	-7.825.020,00 €	-7.825.020,00 €
Años (el primero que aparece en la fila distinto de 0)			0	0	0	0
Periodo de retorno de la inversión	No se recupera					

Fuente: elaboración propia

Tabla 81. Balance, TIR y Periodo de retorno de la inversión en la terminal convencional para los últimos 4 años.

CÁLCULO DEL BALANCE TERMINAL CONVENCIONAL

BALANCE ANTES DEL REPARTO DE DIVIDENDOS				
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
837.021,45 €	853.219,78 €	869.734,86 €	886.572,94 €	Caja necesaria
-69.157.188,40 €	-71.191.266,60 €	-72.794.578,04 €	-73.961.755,92 €	Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)
1.674.042,91 €	1.706.439,56 €	1.739.469,73 €	1.773.145,89 €	Clientes
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Stock
13.309.561,76 €	8.873.041,18 €	4.436.520,59 €	0,00 €	Inmovilizado neto
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Gasto amortizables netos
-53.336.562,27 €	-59.758.566,08 €	-65.748.852,86 €	-71.302.037,09 €	Total Activo
2.511.064,36 €	2.559.659,34 €	2.609.204,59 €	2.659.718,83 €	Proveedores
13.309.561,76 €	8.873.041,18 €	4.436.520,59 €	0,00 €	Deuda principal
-2.459.581,56 €	-2.034.078,20 €	-1.603.311,44 €	-1.167.177,88 €	Beneficios del año
-74.522.626,84 €	-76.982.208,40 €	-79.016.286,60 €	-80.619.598,04 €	Reservas acumuladas
7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	Capital
-53.336.562,27 €	-59.758.566,08 €	-65.748.852,86 €	-71.302.037,09 €	Total Pasivo

CÁLCULO DE LOS DIVIDENDOS DISTRIBUIBLES				
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
2.536.300,49 €	2.806.836,27 €	3.082.641,56 €	3.363.819,89 €	Flujo de caja para el servicio de la deuda (FCD)
4.979.994,36 €	4.824.716,14 €	4.669.437,92 €	4.514.159,70 €	Servicio de la deuda anual(SD)
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Flujo de caja disponible para dividendos (FCDiv=FCD-SD)
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	FCDiv acumulado
-2.443.693,87 €	-2.017.879,87 €	-1.586.796,36 €	-1.150.339,80 €	Beneficios del año
-76.145.186,95 €	-78.163.066,82 €	-79.749.863,17 €	-80.900.202,98 €	Beneficios acumulados como límite al reparto de dividendos
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Dividendos repartibles anualmente
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Dividendos repartibles acumulados
CÁLCULO DEL BALANCE TRAS EL REPARTO DEL TOTAL DE LOS DIVIDENDOS REPARTIBLES				
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
837.021,45 €	853.219,78 €	869.734,86 €	886.572,94 €	Caja necesaria
-68.320.167	-70.338.047	-71.924.843	-73.075.183	Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)
1.674.042,91 €	1.706.439,56 €	1.739.469,73 €	1.773.145,89 €	Clientes
0	0	0	0	Stock
13.309.562	8.873.041	4.436.521	0	Inmovilizado neto
0	0	0	0	Gasto amortizables netos
-52.499.540,82 €	-58.905.346,30 €	-64.879.118,00 €	-70.415.464,15 €	Total Activo
2.511.064,36 €	2.559.659,34 €	2.609.204,59 €	2.659.718,83 €	Proveedores
13.309.561,76 €	8.873.041,18 €	4.436.520,59 €	0,00 €	Deuda principal
-76.145.186,95 €	-78.163.066,82 €	-79.749.863,17 €	-80.900.202,98 €	Reservas (beneficios no distribuidos)
7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	Capital
-52.499.540,82 €	-58.905.346,30 €	-64.879.118,00 €	-70.415.464,15 €	Total Pasivo
CÁLCULO DEL VAN, TIR Y PERÍODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN EN BASE A CAPITAL INVERTIDO Y DIVIDENDOS				
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
14	15	16	17	
				Capital invertido
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Dividendos repartibles anualmente
6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	Tasa de descuento aplicable para calcular el VAN
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Dividendos descontados
				VA de los dividendos
				VAN de la inversión
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Esquema de la inversión
				TIR de la inversión
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Dividendos repartibles
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Dividendos repartibles acumulados (A)
7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	Capital invertido (B)
-7.825.020,00 €	-7.825.020,00 €	-7.825.020,00 €	-7.825.020,00 €	A-B
0	0	0	0	Años (el primero que aparece en la fila distinto de 0)

Fuente: elaboración propia



Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



Tabla 82. Balance, TIR y Periodo de retorno de la inversión en la terminal automatizada para los primeros 4 años.

CÁLCULO DEL BALANCE TERMINAL AUTOMATIZADA						
Capital de los accionistas	10%	9.944.030,00 €	Caja necesaria (4% ingresos operativos)	4,00%	Stock (0% ingresos operativos)	0%
Financiación con deuda	90%	89.496.270,00 €	Clientes (8% ingresos operativos)	8,00%		
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables	99.440.300		Proveedores (12% ingresos operativos)	12%		
BALANCE ANTES DEL REPARTO DE DIVIDENDOS						
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Caja necesaria		0,00 €	325.961,63 €	531.604,55 €	677.333,69 €	690.412,10 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)		-42.358.970,00 €	-11.095.647,68 €	-19.384.253,67 €	-25.954.239,21 €	-32.090.762,19 €
Clientes		0,00 €	651.923,27 €	1.063.209,10 €	1.354.667,37 €	1.380.824,20 €
Stock		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado neto		97.440.300,00 €	77.164.517,65 €	86.828.922,79 €	81.040.327,94 €	75.251.733,09 €
Gasto amortizables netos		2.000.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total Activo		57.081.330,00 €	67.046.754,87 €	69.039.482,77 €	57.118.089,79 €	45.232.207,21 €
Proveedores		0,00 €	977.884,90 €	1.594.813,64 €	2.032.001,06 €	2.071.236,30 €
Deuda principal		47.137.300,00 €	67.027.017,65 €	76.691.422,79 €	70.902.827,94 €	65.114.233,09 €
Beneficios del año		0,00 €	-10.902.177,68 €	-8.288.605,99 €	-6.569.985,54 €	-6.136.522,97 €
Reservas acumuladas		0,00 €	0,00 €	-10.902.177,68 €	-19.190.783,67 €	-25.760.769,21 €
Capital		9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €
Total Pasivo		57.081.330,00 €	67.046.754,87 €	69.039.482,77 €	57.118.089,79 €	45.232.207,21 €
CÁLCULO DE LOS DIVIDENDOS DISTRIBUIBLES						
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Flujo de caja para el servicio de la deuda (FCD)		0,00 €	-1.288.089,38 €	491.131,98 €	1.947.237,83 €	2.045.448,86 €
Servicio de la deuda anual(SD)		0,00 €	9.288.126,66 €	8.574.095,06 €	8.371.494,24 €	8.168.893,42 €
Flujo de caja disponible para dividendos (FCDiv=FCD-SD)		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
FCDiv acumulado		0	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Beneficios del año		0	-10.576.216,04 €	-8.082.963,08 €	-6.424.256,41 €	-6.123.444,56 €
Beneficios acumulados como límite al reparto de dividendos		0	-10.576.216,04 €	-18.659.179,12 €	-25.083.435,53 €	-31.206.880,09 €
Dividendos repartibles anualmente		0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Dividendos repartibles acumulados		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
CÁLCULO DEL BALANCE TRAS EL REPARTO DEL TOTAL DE LOS DIVIDENDOS REPARTIBLES						
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Caja necesaria		0,00 €	325.961,63 €	531.604,55 €	677.333,69 €	690.412,10 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)		-42.358.970	-10.769.686	-18.852.649	-25.276.906	-31.400.350
Clientes		0,00 €	651.923,27 €	1.063.209,10 €	1.354.667,37 €	1.380.824,20 €
Stock		0	0	0	0	0
Inmovilizado neto		97.440.300	77.164.518	86.828.923	81.040.328	75.251.733
Gasto amortizables netos		2.000.000	0	0	0	0
Total Activo		57.081.330,00 €	67.372.716,50 €	69.571.087,32 €	57.795.423,47 €	45.922.619,31 €
Proveedores		0,00 €	977.884,90 €	1.594.813,64 €	2.032.001,06 €	2.071.236,30 €
Deuda principal		47.137.300,00 €	67.027.017,65 €	76.691.422,79 €	70.902.827,94 €	65.114.233,09 €
Reservas (beneficios no distribuidos)		0,00 €	-10.576.216,04 €	-18.659.179,12 €	-25.083.435,53 €	-31.206.880,09 €
Capital		9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €
Total Pasivo		57.081.330,00 €	67.372.716,50 €	69.571.087,32 €	57.795.423,47 €	45.922.619,31 €



Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



CÁLCULO DEL VAN, TIR Y PERÍODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN EN BASE A CAPITAL INVERTIDO Y DIVIDENDOS

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
			1	2	3	4
Capital invertido	lo	9.944.030,00 €				
Dividendos repartibles anualmente		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Tasa de descuento aplicable para calcular el VAN	t	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%
Dividendos descontados			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
VA de los dividendos		0,00 €				
VAN de la inversión		-9.944.030,00 €				
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Esquema de la inversión		0,00 €	-9.944.030,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
TIR de la inversión		# NUM				
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Dividendos repartibles			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Dividendos repartibles acumulados (A)			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Capital invertido (B)		9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €
A-B		-9.944.030,00 €	-9.944.030,00 €	-9.944.030,00 €	-9.944.030,00 €	-9.944.030,00 €
Años (el primero que aparece en la fila distinto de 0)			0	0	0	0
Periodo de retorno de la inversión	No se recupera	Años				

Fuente: elaboración propia

Tabla 83. Balance, TIR y Periodo de retorno de la inversión en la terminal automatizada para los últimos 4 años.

CÁLCULO DEL BALANCE TERMINAL AUTOMATIZADA

BALANCE ANTES DEL REPARTO DE DIVIDENDOS				
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
836.102,66 €	852.283,21 €	868.780,16 €	885.599,76 €	Caja necesaria
-68.579.248,17 €	-69.629.988,18 €	-70.186.959,04 €	-70.244.469,28 €	Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)
1.672.205,32 €	1.704.566,41 €	1.737.560,32 €	1.771.199,51 €	Clientes
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Stock
17.365.784,56 €	11.577.189,71 €	5.788.594,85 €	0,00 €	Inmovilizado neto
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Gasto amortizables netos
-48.705.155,64 €	-55.495.948,86 €	-61.792.023,70 €	-67.587.670,01 €	Total Activo
2.508.307,98 €	2.556.849,62 €	2.606.340,48 €	2.656.799,27 €	Proveedores
7.228.284,56 €	1.439.689,71 €	-4.348.905,15 €	-10.137.500,00 €	Deuda principal
-1.538.927,60 €	-1.050.740,01 €	-556.970,85 €	-57.510,24 €	Beneficios del año
-66.846.850,57 €	-68.385.778,17 €	-69.436.518,18 €	-69.993.489,04 €	Reservas acumuladas
9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	Capital
-48.705.155,64 €	-55.495.948,86 €	-61.792.023,70 €	-67.587.670,01 €	Total Pasivo

CÁLCULO DE LOS DIVIDENDOS DISTRIBUIBLES

Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
4.619.827,87 €	4.905.724,94 €	5.197.209,68 €	5.494.392,12 €	Flujo de caja para el servicio de la deuda (FCD)
6.142.885,22 €	5.940.284,40 €	5.737.683,58 €	5.535.082,76 €	Servicio de la deuda anual(SD)
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Flujo de caja disponible para dividendos (FCDiv=FCD-SD)
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	FCDiv acumulado
-1.523.057,35 €	-1.034.559,46 €	-540.473,90 €	-40.690,65 €	Beneficios del año
-67.549.675,52 €	-68.584.234,98 €	-69.124.708,88 €	-69.165.399,52 €	Beneficios acumulados como límite al reparto de dividendos
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Dividendos repartibles anualmente
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Dividendos repartibles acumulados

CÁLCULO DEL BALANCE TRAS EL REPARTO DEL TOTAL DE LOS DIVIDENDOS REPARTIBLES

Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
836.102,66 €	852.283,21 €	868.780,16 €	885.599,76 €	Caja necesaria
-67.743.146	-68.777.705	-69.318.179	-69.358.870	Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)
1.672.205,32 €	1.704.566,41 €	1.737.560,32 €	1.771.199,51 €	Clientes
0	0	0	0	Stock
17.365.785	11.577.190	5.788.595	0	Inmovilizado neto
0	0	0	0	Gasto amortizables netos
-47.869.052,98 €	-54.643.665,65 €	-60.923.243,54 €	-66.702.070,25 €	Total Activo
2.508.307,98 €	2.556.849,62 €	2.606.340,48 €	2.656.799,27 €	Proveedores
7.228.284,56 €	1.439.689,71 €	-4.348.905,15 €	-10.137.500,00 €	Deuda principal
-67.549.675,52 €	-68.584.234,98 €	-69.124.708,88 €	-69.165.399,52 €	Reservas (beneficios no distribuidos)
9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	Capital
-47.869.052,98 €	-54.643.665,65 €	-60.923.243,54 €	-66.702.070,25 €	Total Pasivo

CÁLCULO DEL VAN, TIR Y PERÍODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN EN BASE A CAPITAL INVERTIDO Y DIVIDENDOS

Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
14	15	16	17	
				Capital invertido
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Dividendos repartibles anualmente
6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	Tasa de descuento aplicable para calcular el VAN
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Dividendos descontados
				VA de los dividendos
				VAN de la inversión
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Esquema de la inversión
				TIR de la inversión
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Dividendos repartibles
0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Dividendos repartibles acumulados (A)
9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	Capital invertido (B)
-9.944.030,00 €	-9.944.030,00 €	-9.944.030,00 €	-9.944.030,00 €	A-B
0	0	0	0	Años (el primero que aparece en la fila distinto de 0)

Fuente: elaboración propia



Así pues, como se concluye de las tablas anteriores y para los datos de partida propuestos en este trabajo, ni la terminal convencional ni la automatizada resultan rentables para un periodo de concesión de 17 años, puesto que el VAN es negativo. Por esta razón, de entre las variables del modelo que se podría modificar, se propone un nuevo valor reducido del coste del contenedor a su paso por ambas terminales. Este valor es el máximo coste que permitiría rentabilizar la inversión en el periodo de 17 años.

Por lo tanto, para la terminal convencional, si el coste del contenedor a su paso por la terminal es de 49,50 €, el VAN de la inversión sería de 1.502.934,05 € y el periodo de retorno de la inversión sería de 15 años. Para la terminal automatizada, si el coste del contenedor a su paso por la terminal es de 43,00 €, el VAN de la inversión sería de 4.018.754,69 € y el periodo de retorno de la inversión sería de 15 años, como en la terminal convencional.

Finalmente, se adjunta en detalle los cálculos realizados en el Anejo nº 2 “Cálculo del Estudio Económico. Periodo de concesión de 17 años” para el nuevo valor de la variable.

8.14. Conclusiones del estudio económico

Como se ha ido viendo a lo largo del Capítulo 8, el objeto del estudio económico era concluir si para TMS, actual concesionaria de prácticamente toda la dársena sur del Puerto de Alicante, sería rentable invertir o no en la instalación de una terminal de contenedores automatizada en el Muelle 19, según los datos de partida que se han introducido en el modelo económico. Debido a la falta de datos, el alcance de este estudio no tiene en cuenta otros ingresos que puede percibir TMS o incluso otros gastos. Por ello, la decisión final sobre cuán de viable económicamente resultaría este proyecto para TMS e incluso para la propia APA, deberá ser estudiado con mucho detalle, en base a datos reales y en función de la estrategia económica prevista por la concesionaria.

En primer lugar, se ha concluido que para los datos de partida iniciales, la terminal portuaria de contenedores en el Muelle 19 no era viable económicamente, ni para la terminal convencional ni para la automatizada en el periodo de concesión de explotación de 17 años. Por esa razón, se han ido modificando las variables hasta lograr que el modelo resulte viable. Para lograrlo y en función de los datos de partida introducidos, ha sido necesario rebajar bastante el coste del contenedor a su paso por la terminal. Por lo que el siguiente paso sería estudiar si es posible rebajar esos costes en la realidad o si, en cambio, resulta muy difícil y es necesario un replanteamiento del modelo. Por otro lado, es importante recordar que el grado de automatización que se ha planteado durante el presente proyecto es muy elevado, ya que se plantea la automatización tanto de los sistemas de interconexión como del patio, además del subsistema de entrega y recepción, por lo que reducir el nivel de automatización podría rentabilizar la inversión.

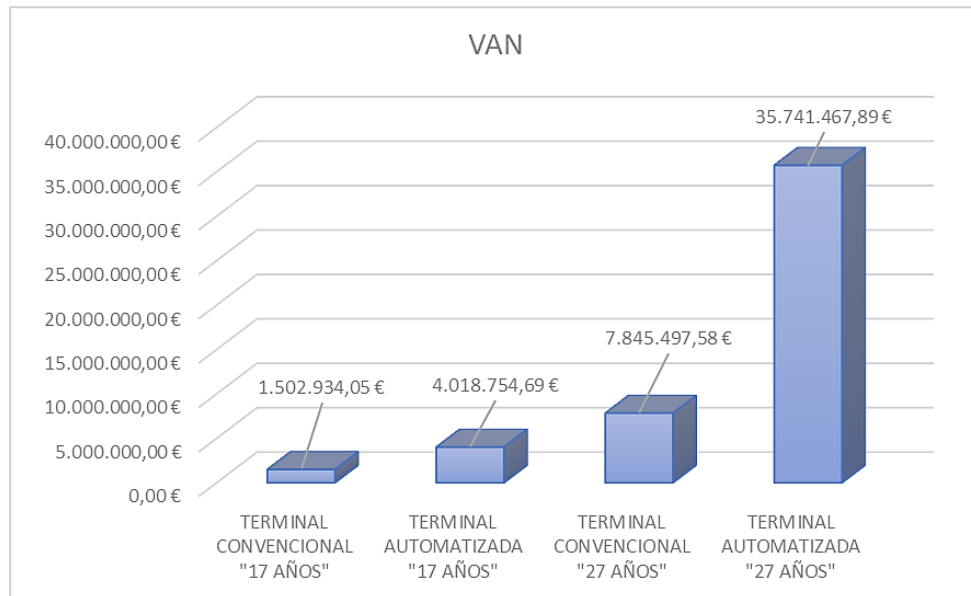
Además, otro factor importante a considerar es si parte de la inversión en infraestructura lo asumiría la Autoridad Portuaria de Alicante. En este proyecto y ante falta de datos, se ha decidido escoger la alternativa más desfavorable, es decir, que la concesionaria tuviera que invertir tanto la infraestructura como la superestructura necesaria para implantar la terminal de contenedores.

Como complemento a este estudio de viabilidad económica realizado considerando que los años de concesión para la terminal portuaria de contenedores es de 17 años, desde el año 2030-2047, se ha considerado el mismo estudio pero para 27 años, es decir, desde el 2030-2057, plazo que transcurre desde el supuesto año de inicio de explotación de la terminal de contenedores (en base al estudio de mercado) hasta el año 2057, en el que se cumplirían 50 años de concesión. Como contrapartida, el plazo de concesión aprobado en la actualidad debería aumentar en 10 años. En este nuevo estudio se han seguido todos los pasos vistos anteriormente, adaptando los años de vida útil de la maquinaria a 27 años, pero manteniendo el resto de valores. Los resultados de este estudio muestran que al aumentar los años de concesión, aumenta el tiempo en el que se pueden amortizar los equipos, especialmente los más costosos como son las grúas de muelle y las grúas de patio. Por lo tanto, no es necesario reducir tanto los costes del contenedor a su paso por la terminal y ese resultado podría estar más cerca de la realidad. El estudio completo se muestra en el Anejo nº 3 "Cálculo del estudio económico. Periodo de concesión de 27 años"

Del estudio económico para un periodo de concesión de 27 años se concluye que la inversión se recupera antes en la terminal automatizada y por tanto, la rentabilidad es mucho mayor en la automatizada que en la convencional, al reducirse los costes de personal y por tanto los costes

asociados al paso del contenedor por la terminal. Esto se observa en el VAN y el TIR los cuales son superiores si la elección final fuera implantar una terminal automatizada.

Gráfica 40. Variación del VAN para las distintas valoraciones económicas.



Fuente: elaboración propia

9. Conclusiones

Los puertos constituyen un punto estratégico importante para la realización del transporte logístico tanto terrestre como marítimo. En concreto, el tráfico de contenedores representa el 17,1% del comercio marítimo total. La tendencia a la automatización de las terminales de contenedores sigue al alza, desde que, en 1993, la terminal ECT del puerto de Rotterdam abriera el camino a la búsqueda de puertos más sostenibles y más eficientes, mejorando la capacidad de la terminal, disminuyendo el consumo de energía de los equipos y aumentando la seguridad. Tras 27 años, el desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica junto con la demanda del desarrollo del mercado marítimo, ha conseguido que 50 terminales de contenedores del mundo ya hayan automatizado gran parte de los subsistemas.

El cambio climático y el calentamiento global es una realidad. La preocupación por los rápidos efectos que se observan mundialmente, ha instado a las instituciones a promover el adecuado uso de los combustibles para reducir la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera. La Unión Europea publicó en 2011 El Libro Blanco del Transporte con el objeto de conseguir una meta muy importante: reducir para el año 2050 las emisiones de los gases de efecto invernadero relacionados con el transporte en al menos un 60% con respecto a los niveles de 1990. Dado que los puertos marítimos son centros fundamentales y constituyen una fuente importante de emisiones de CO₂ a la atmósfera, reducir las emisiones y el consumo de energía es crucial para lograr el objetivo climático.

Las terminales portuarias de contenedores se encuentran en la búsqueda continua de mejora de la eficiencia en sus operaciones así como la búsqueda en paralelo del desarrollo de su actividad de la forma más eficiente energéticamente, para contribuir al desarrollo sostenible de la industria portuaria. La automatización de los procesos, en todos sus grados, es una de las mejores herramientas para conseguir la excelencia en la gestión y operación portuaria, reduciendo la probabilidad de error humano y aumentando la seguridad, sustituyendo la maquinaria que precisa del consumo de combustibles fósiles por aquella híbrida o eléctrica, optimizando las operaciones y reduciendo la huella, etc. En cuanto a la eficiencia económica, es evidente que la automatización puede reducir el costo de cada contenedor al reducir el número de trabajadores requeridos para la operación, etc. Asimismo, se reducen los costos de mantenimiento, costos derivados del consumo de equipos y costos asociados a accidentes y colisiones.

En este proyecto, el puerto de Alicante y concretamente, la opción de albergar una terminal automatizada de contenedores en el Muelle 19, ha sido el objeto de estudio y de discusión. Durante el desarrollo del mismo, se ha analizado la tendencia alcista del tráfico de contenedores en dicho puerto, lo que ha motivado a estudiar cómo sería la instalación de una terminal de contenedores automatizada en el Muelle 19 y los posibles costes y beneficios para TMS, principal concesionaria de la dársena sur. El grado de automatización que sería aconsejable en esta terminal, por motivos económicos principalmente, sería decisión directa de TMS en función del riesgo a asumir y la rentabilidad esperada. Esta decisión se basa en un proceso de retroalimentación basado en el estudio de variables económicas y de diseño para el desarrollo en planta y organización, la maquinaria a adquirir y la consiguiente inversión a realizar para desarrollar esa alternativa, hasta encontrar la relación adecuada.



Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



Como se ha visto, el Muelle 19 tiene la dimensión perpendicular a la línea de atraque muy constreñida por encontrarse el espaldón del dique, la vía ferroviaria y las vías de acceso, por lo que la capacidad limitante de los subsistemas de la terminal ha sido el patio de almacenamiento.

El diseño en planta propuesto ha buscado aprovechar la superficie disponible al máximo y permitir que las operaciones puedan desarrollarse eficientemente. Para conseguir rentabilizar este proyecto en 17 años de concesión, ha sido necesario reducir los costes del contenedor a su paso por la terminal, algo que en la realidad podría ser difícilmente alcanzable. Sin embargo, existe una alternativa de reducción de los costes de inversión en obra civil para TMS si se acuerda con la APA la división de costes. Otra alternativa ha consistido en aumentar los años de concesión a 27 años, lo que permite rentabilidades de la inversión superior.

Con todo ello, aún sin conocer en detalle los pormenores relativos a otros ingresos o gastos en los que puede incurrir el concesionario, este proyecto tiene el objeto de ser punto de partida en el estudio de implantación de una terminal de contenedores automatizada en el Muelle 19 de la dársena sur del Puerto de Alicante.

Finalmente, aunque automatizar terminales de contenedores de nueva implantación o *greenfield* resulta menos complicado que si se tratara de terminales en funcionamiento, la componente social de los sindicatos de estibadores es y será por unos cuantos años más, una de las principales barreras a este progreso. Además, la fuerte inversión inicial que se requiere para la automatización, necesita de estudios en detalle de modo que el grado de automatización se adapte a las necesidades particulares de cada terminal y al objetivo u objetivos a alcanzar con ella.

Valencia, 10 de marzo de 2021

Firmado:

Natalia M^a Galindo Benito



10. Referencias

- Aguilar Herrando, J. (2018). La medición de la operación portuaria. Bases para la Planificación y Gestión de los Sistemas de Transporte, 2ºMICCP.
- ALG by Indra. (October, 2019). *Market study and traffic forecast for Aleatica port terminals in Spain. Final Report.*
- Alicanteplaza. (31 de Enero de 2018). *Un fondo australiano se hace con la filial estibadora del grupo OHL en el puerto de Alicante.* Obtenido de <https://alicanteplaza.es/un-fondo-australiano-se-hace-con-la-filial-estibadora-del-grupo-ohl-en-el-puerto-de-alicante>
- Autoridad Portuaria de Alicante. (s.f.). Obtenido de <https://www.puertoalicante.com/>
- Autoridad Portuaria de Alicante. (Noviembre de 2020). *Historia del Puerto de Alicante.* Obtenido de <https://www.puertoalicante.com/el-puerto/historia/>
- Baviera García, M. (Septiembre de 2019). TFM "Estudio sobre el avance del conocimiento en la automatización de las terminales portuarias de contenedores" Universitat Politècnica de València.
- BBC News Mundo. (8 de Enero de 2021). *Coronavirus: el mapa que muestra el número de infectados y muertos en el mundo por covid-19.* Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51705060>
- BOLUDA LINES. (s.f.). Obtenido de <https://www.boluda.com.es/es/transporte-maritimo/>
- Box-Bay. (s.f.). *Box-Bay.* Obtenido de <https://www.box-bay.com/>
- Cadena de Suministro. (Abril de 2020). *El impacto económico del Covid-19 en el sector del transporte marítimo.* Obtenido de <https://www.cadenadesuministro.es/noticias/el-impacto-economico-del-covid-19-en-el-sector-del-transporte-maritimo/>
- CAVOTEC. (s.f.). Obtenido de <https://www.cavotec.com/es/your-applications/ports-maritime/automated-mooring>
- Diario del Puerto. (2019). *Puertos y Terminales 019.* Grupo Diario.
- Díaz, V., Escartín, F., Baciero, G., & Elía, F. (Mayo de 2009). "Dirección de las Obras de Ampliación del Puerto de Alicante. Iniciativa Privada" en *X Jornadas Españolas de Costas y Puertos en Santander.* Obtenido de https://costasypuertos.com/sites/default/files/libro_ponencias_costasypuertosX.pdf
- EfiCont. Fundación Valenciaport. (2011). *Guía de eficiencia energética en terminales portuarias de contenedores.*
- El Economista. (18 de Enero de 2018). *IFM rebautizará OHL Concesiones como Aleatica.* Obtenido de <https://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/8875082/01/18/IFM-rebautizara-OHL-Concesiones-como-Aleatica.html>
- El País. (Enero de 1999). *Alperi da licencia a un nuevo complejo portuario que vulnera el plan urbano.* Obtenido de https://elpais.com/diario/1999/01/28/cvalenciana/917554694_850215.html



- El País. (Enero de 1999). *Nueva planta en el 2000*. Obtenido de https://elpais.com/diario/1999/01/17/cvalenciana/916604286_850215.html
- ETSICCP-UPV, Unidad docente de Ingeniería Marítima y portuaria. Departamento de Transportes. (2016-2017). *Diseño en planta: barcos y terminales*.
- FMI. (2020). *"Un año sin igual" Informe anual del FMI de 2020*. Obtenido de <https://www.imf.org/external/pubs/ft/ar/2020/eng/downloads/imf-annual-report-2020-es.pdf>
- Garrido, J. (2020). *Pasado, presente y, sobre todo, futuro de la automatización de terminales de contenedores. PierNext. Innovation by Port de Barcelona*.
- Gil Santander, C. (2007). Capítulo 2. Estado del Arte: Capacidad y Nivel de Servicio de la Infraestructura portuaria. En *Definición de los Niveles de Servicio de las Terminales Portuarias* (págs. 15-24).
- González Mateos, R. I., & Jiménez Bayo, P. (2016). TFM Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. *Diseño de una terminal de contenedores semiautomatizada en la ampliación norte del puerto de Valencia*.
- Gutiérrez Sánchez, David. (Junio de 2015). TFM "Caracterización de los accesos terrestres en las terminales de contenedores mundialmente más relevantes" Universitat Politècnica de Valencia.
- Gylling, T. (s.f.). *KoneCranes*. Obtenido de https://www.konecranes.com/sites/default/files/download/case_for_automated_rtg_container_handling.pdf
- KoneCranes. (s.f.). *The case for automated RTG container handling*. Obtenido de https://www.konecranes.com/sites/default/files/download/case_for_automated_rtg_container_handling.pdf
- KoneCranes. (s.f.). *The Yard Revolution Automated RTG*. Obtenido de https://www.konecranes.com/sites/default/files/download/konecranes_artg_brochure_final_0.pdf
- Las Provincias. (Septiembre de 2020). *Un buque derriva una grúa de 56 metros y causa heridas graves a un estibador*. Obtenido de <https://www.lasprovincias.es/sucesos/hospitalizado-hombre-caer-20200913120517-nt.html>
- Maltés Vargas, F. (s.f.). *Historia del Puerto de Alicante*. Obtenido de http://asociacionjubiladospuertoalicante.es/wp-content/uploads/2017/04/HISTORIA-DEL-PUERTO-DE-ALICANTE_V1_042017_ajpa_fmv.pdf
- Marine & Port Consultants SAS. (Abril de 2020). Obtenido de <https://storymaps.arcgis.com/stories/8850989dd8974938b06c68b2728298d2>
- Marine & Port Consultants SAS. (Mayo de 2020). *El transporte marítimo y los puertos buscan su vacuna*. Obtenido de <https://storymaps.arcgis.com/stories/403af643860a45cdaff970f9022f8c92>
- Marine and Port Consultants SAS. (Mayo de 2020). *El transporte marítimo y los puertos buscan su vacuna*. Obtenido de <https://storymaps.arcgis.com/stories/403af643860a45cdaff970f9022f8c92>



- Martín-Soberón, A. M., Monfort, A., Sapiña, R., & Calduch, D. (2014). Automatización en terminales portuarias de contenedores.
- Ministerio de Fomento. (2011). *Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante*. Obtenido de <https://www.boe.es/eli/es/rdlg/2011/09/05/2/con>
- Monfort Mulinas, A., Martín Soberón, A. M., Sapiña García, R., Monterde Higuero, N., & Calduch Verduch, D. (s.f.). Automatización en terminales portuarias de contenedores.
- Monfort, A. (2019). ETSICCP UPV. Planificación y gestión portuaria. *Tema 7: La gestión del dominio público portuario: las concesiones*.
- Monfort, A., Aguilar, J., Vieira, P., Monterde, N., Obrer, R., Calduch, D., . . . Sapiña, R. (2011). Manual de capacidad portuaria: aplicación a terminales de contenedores. *Fundación ValenciaPort*.
- Moreno Martínez, C. (2013). Tesis Doctoral "Metodología para maximizar la rentabilidad de una terminal marítima de contenedores a través de la optimización de su grado de automatización" Universidad Politécnica de Madrid.
- Mundo Marítimo. (Septiembre de 2020). *Mundo Marítimo*. Obtenido de Covid-19: Una mirada a sus consecuencias en la logística, puertos y líneas navieras: <https://www.mundomaritimo.cl/noticias/covid-19-una-mirada-a-sus-consecuencias-en-la-logistica-puertos-y-lineas-navieras>
- Nanxi, W., Daofang, C., Xiaowei, S., Jun, Y., & Yinping, G. (Mayo de 2019). Analysis and Design of Typical Automated Container Terminals Layout Considering Carbon Emissions. *MDPI*.
- PierNext . (2019). *Innovation by Port de Barcelona*. Obtenido de Tamaño de los portacontenedores: ¿Qué dimensiones podemos encontrar?: <https://piernext.portdebarcelona.cat/movilidad/tamano-de-los-portacontenedores/>
- PierNext. Innovation by Port de Barcelona. (Septiembre de 2020). *El 5G acelerará la digitalización de los puertos*. Obtenido de <https://piernext.portdebarcelona.cat/tecnologia/el-5g-acelerara-la-digitalizacion-de-los-puertos/>
- Puertos del Estado. (1999). *ROM 3.1-99 Proyecto de la Configuración Marítima de los Puertos; canales de acceso y áreas de flotación*.
- Puertos del Estado. (2011). *ROM 2.0-11 Recomendaciones para el proyecto y ejecución de Obras de Atraque y Amarre*.
- Puertos del Estado. (2013). *Memoria anual 2013. Características técnicas del puerto. Alicante Port*. Obtenido de http://www.puertos.es/Memorias_Anuales/2013/pdf/Alicante/02_CaracteristicasGenerales.pdf
- RFID: todo lo que necesitas saber*. (s.f.). Obtenido de Aula 21. Centro de formación técnica para la industria.: <https://www.cursosaula21.com/que-es-el-rfid/>
- Rodrigo de Larrucea, R. (2018). *Terminales Automatizadas y Semiautomatizadas. Operativa y equipamientos. Universitat Politècnica de Catalunya*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/118227/TERMINALES%2bAUTOMATIZADAS.pdf?sequence=6&isAllowed=y>



Sastre Ribot, M. (Julio de 2016). TFG "Análisis y automatización de los sistemas de amarre de un buque" Facultat de Nàutica de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya.

Sayol, I. (17 de junio de 2019). Los puertos se unen al movimiento 5G. *El vigía*.

ShoreTension. (s.f.). *ShoreTension*. Obtenido de <https://shoretension.com/>

Terminales Marítimas del Sureste. (s.f.). Obtenido de <http://www.tmsalc.com/>

UNCTAD. (2019). *Informe sobre el transporte marítimo*.

UNCTAD. (2020). *Review of Maritime Transport*.

ValenciaPort. (s.f.). *El "Closing Time" en el Puerto de Valencia para la recepción y entrega de mercancías*. Obtenido de https://www.valenciaportpcs.net/boletin/ctweb_jl06.pdf

Viedma Serra, I. (Octubre de 2018). TFM "Estudio de la mejora de la eficiencia a partir de la automatización en una terminal de contenedores. Aplicación a MSC Terminal Valencia." Universitat Politècnica de València.



ANEXO

“RELACIÓN DEL TFM CON LOS ODS 2030”

Anexo al Trabajo Fin de Grado/Máster

Relación del TFM “Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante” con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				
ODS 2. Hambre cero.				
ODS 3. Salud y bienestar.				
ODS 4. Educación de calidad.				
ODS 5. Igualdad de género.				
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.				
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.				
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.				
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.				
ODS 10. Reducción de las desigualdades.				
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.				
ODS 12. Producción y consumo responsables.				
ODS 13. Acción por el clima.				
ODS 14. Vida submarina.				
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.				
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.				

Descripción de la alineación del TFG/M con los ODS con un grado de relación más alto.

Un mundo en constante evolución: crecimiento demográfico, urbanización, demanda creciente de alimentos, crisis energética y cambio climático son factores que exigen una transformación, un cambio en la manera en que afrontamos nuestra relación con el entorno y el compromiso de preservar y garantizar los recursos naturales para todos en el futuro. En referencia a uno de los recursos más esenciales para la vida, el agua, el cambio climático provoca anualmente graves daños materiales debido a inundaciones, dificulta el acceso al agua y altera su calidad a causa de las sequías. Según el Banco

Mundial, en 2035 el estrés hídrico —una de las principales consecuencias del cambio climático— afectará al 40 % de la población mundial.

El cambio climático es uno de los principales retos a los que se enfrenta actualmente la sociedad, tal y como muestra el Quinto informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). La emisión continua de gases de efecto invernadero (GEI) está causando un mayor calentamiento y cambios duraderos en todos los componentes del sistema climático, que hará que aumente la probabilidad de impactos graves para personas y ecosistemas. Sus impactos los sufrirán aún con mayor intensidad las futuras generaciones. Por ello, es necesario actuar desde este momento y reducir las emisiones mientras que a su vez buscamos formas para adaptarnos a los impactos del Cambio Climático. La lucha contra el cambio climático requiere coordinación a nivel internacional y adaptación regional y local.

En 2015, Naciones Unidas aprobó la Agenda 2030 sobre Desarrollo Sostenible con 17 Objetivos (ODS) que abarcan desde la eliminación de la pobreza, la lucha contra el cambio climático y el acceso al agua potable. Igualmente, en 2016 se firmó el histórico Acuerdo de París, que marcó el inicio de un nuevo camino en la lucha contra el cambio climático a escala global.



A continuación, se va a exponer la explicación de los ODS que tienen un grado de relación medio y alto con el TFM “Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante”.

ODS 3. Salud y bienestar.

Se considera que este proyecto tiene un grado de relación medio respecto al Objetivo 3, ya que gracias a la automatización y al uso de maquinaria híbridas o eléctricas se mejora la calidad de trabajo y la seguridad del personal portuario al alejarlo de la zona de operación y se consigue la mejora en la calidad del aire y del suelo. Así pues, se

contribuiría a la Meta 3.6 “Reducir a la mitad el número de muertes y lesiones causadas por accidentes de tráfico en el mundo”.

Para ello, en este proyecto se ha optado por la automatización de los vehículos de interconexión muelle-patio de modo que, se consiga llevar a cabo las operaciones desde una sala de trabajo común alejada del propio muelle y mediante la aplicación de los sistemas más innovadores de operación de la terminal. Además, dado que en la terminal coexistirían los camiones externos no automatizados con la maquinaria propia de la terminal automatizada, se ha evitado el cruce de vías entre estos dos modos, para reducir al mínimo los posibles accidentes.

Por otro lado, se ha instalado el área de recepción/entrega de la mercancía entre los camiones externos con las ASC, en cabeza de las pilas de almacenamiento, evitando crear pasillos de paso entre bloques de modo que pueda dar lugar a accidentes.

ODS 5. Igualdad de género

Se considera que este proyecto tiene un grado de relación medio respecto al Objetivo 5 ya que desde los inicios, el mundo de la estiba ha estado relacionado con el sexo masculino al necesitar de grandes esfuerzos físicos para la carga y descarga de mercancías. Actualmente, el número de mujeres estibadoras es mínimo. La automatización permitirá que la estiba deje de ser un mundo principalmente para hombres ya que, los puestos de trabajo cambiarán de ubicación a unas oficinas donde la brecha de sexos podría reducirse.

Las mujeres apenas representan el 5% de la plantilla de estibadores en España si bien esta cifra ha crecido rápidamente desde que en 1995 entrara la primera mujer a la bolsa de trabajo de Valencia. Es precisamente este puerto el que reúne al 82% de las mujeres estibadoras españolas. Además, las características de este empleo no contribuyen precisamente a conciliar la vida laboral y familiar. Cada día se les informa de si trabajarán o no con muy pocas horas (a veces minutos) de antelación y esto dificulta la organización, sobre todo si hay hijos de por medio.

ODS 7. Energía asequible y no contaminante

Se considera que este proyecto tiene un grado de relación alto respecto al Objetivo 7 ya que la automatización y el uso de maquinaria híbridas o eléctricas permite aumentar el uso de energías renovables y reducir el uso de combustibles fósiles, así como aumentar la eficiencia energética en las operaciones. Asimismo, los sistemas *Closing Time* y de Cita Previa propuestos, además de reducir la probabilidad de que se formen colas en la entrada de la terminal (aunque no repercute en sí a la propia terminal), sí que ayuda a reducir la huella de carbono emitida por el entorno portuario.

En relación con los equipos propuestos en este proyecto, en el **subsistema de la línea de atraque**, los nuevos sistemas de amarre *MoorMaster*, son totalmente eléctricos y gracias a su funcionamiento, favorecen un amarre y desamarre muy rápido, reduciendo así el tiempo de estancia en la terminal, y, por lo tanto, reduciendo en más del 90% las

emisiones durante el atraque de barcos debido al uso reducido de remolcadores y motores de los barcos. En cuanto al **patio de almacenamiento** tanto la maquinaria de la Fase 1 como la 2 son eléctricas y automatizadas. Además, gracias al diseño del patio, la maquinaria realizará el mínimo recorrido al situar el área de transferencia en la parte central de la terminal. En el **subsistema de interconexión** se ha resuelto la Fase 1 con Shuttle Carriers eléctricos. Estos se recargan gracias a los pantógrafos que se dispondrán en la entrada a cada bloque en el área de interconexión con el patio de almacenamiento. El tiempo que tardan en completar la carga varía entre 30-80 segundos. Además, para la interconexión con la vía ferroviaria, se propone la utilización del nuevo modelo ecológico de *Reach Stackers* de la marca Kalmar, más eficiente y menos contaminante que los modelos habituales. Por último, en el **subsistema de entrega/recepción**, la automatización de la puerta de entrada a la terminal así como utilizar los sistemas *Closing Time* y de Cita Previa, permite agilizar y reducir las colas a la entrada reduciendo las emisiones de los camiones que esperan su turno. Por otra parte, se ha intentado reducir el recorrido a realizar por los camiones externos y los propios medios de interconexión de la terminal y se prohibirá circular a más de 20 km/h en toda la terminal de modo que se reduzcan los posibles accidentes y las emisiones de gases contaminantes.

ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico

Se considera que este proyecto tiene un grado de relación alto respecto al Objetivo 8 ya que se sitúa en la línea de las Metas 8.4 “Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre modalidades de Consumo y Producción Sostenibles” y la Meta 8.8 “Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores”.

La automatización de las operaciones portuarias permite la utilización de maquinaria eléctrica e híbrida reduciendo el uso de combustibles fósiles y por lo tanto, realizando un consumo eficiente y consciente de los recursos mundiales. Además, permite mejorar la eficiencia en la gestión de las operaciones al desvincular en mayor grado los recursos humanos, consiguiendo la optimización de los movimientos gracias al TOS de la terminal.

ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.

Se considera que este proyecto tiene un grado de relación alto respecto al Objetivo 9. La industrialización inclusiva y sostenible, así como la innovación y la infraestructura, pueden desencadenar fuerzas económicas dinámicas y competitivas que generan empleo e ingresos. Desempeñan un papel fundamental en la introducción y promoción de nuevas tecnologías, la promoción del comercio internacional y el uso eficaz de los recursos. El presente proyecto aúna innovación y progreso tecnológico al automatizar los procesos portuarios. Permite modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y

ambientalmente racionales. Los sistemas *Closing Time* y de Cita Previa permiten una gestión óptima y eficaz de la terminal. Asimismo, de forma indirecta reduce la huella de carbono al reducir la probabilidad de que se formen colas en la entrada en la terminal gracias a la entrada escalonada de los camiones externos.

La innovación es la base del desarrollo portuario sostenible. La industria 4.0 y la denominada cuarta revolución industrial, además de los procesos de automatización inteligente y la aplicación de la tecnología *blockchain*, 5G y Big Data, prometen cambiar el rumbo del sector marítimo-portuario. En la era de la interconexión, el desarrollo sostenible y el conocimiento, la tecnología digital y la innovación remodelarán el ecosistema portuario.

Organizaciones como OMI, UNCTAD, BID y CEPAL han propuesto el uso de tecnologías digitales, como la robótica, inteligencia artificial, el Internet de las cosas, la automatización y *blockchain* para facilitar el tráfico marítimo internacional, mejorar las comunicaciones y la logística puerto-barco, de forma que la cadena logística sea más eficiente. Esto ayudará a reducir costes, mejorar la toma de decisiones, lograr una mayor trazabilidad y seguridad de la carga, generando así valor añadido en las diferentes etapas de la cadena, ganando mayor confianza entre los grupos de interés, reduciendo la burocracia y mejorando la Transparencia del proceso. Además, permitirá migrar la estructura del puerto a *Smart Ports*.

ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles

Se considera que este proyecto tiene un grado de relación medio respecto al Objetivo 11 ya que la automatización de la terminal permitirá que la huella de contaminación que causa el medio portuario se reduzca y por lo tanto, se reduzca el impacto ambiental negativo que provocan los puertos. Asimismo, la calidad del aire se verá mejorada gracias al uso de la energía eléctrica principalmente, como fuente de energía para las maquinarias portuarias.

En el entorno portuario también se conseguirá una reducción de la huella de carbono debido a que en este proyecto, se propone un sistema de entrada a la terminal escalonado mediante el sistema *Closing Time* y de Cita Previa que permite reservar la franja horaria en la que se prevé que el camión externo entre a la terminal, agilizando los trámites y permitiendo la gestión anticipada del contenedor.

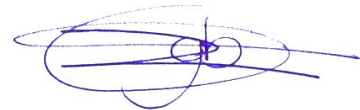
ODS 13. Acción por el clima.

Se considera que este proyecto tiene un grado de relación alto respecto al Objetivo 13 ya que los puertos son considerados una gran fuente de contaminación por lo que la automatización, el uso de maquinaria híbrida o eléctrica, el uso de sistemas de amarre automático y la eficiencia en la gestión de las operaciones reduciría muy considerablemente el impacto generado en el medio ambiente y la cantidad de dióxido de carbono emitida.

El 2019 fue el segundo año más caluroso de todos los tiempos y marcó el final de la década más calurosa (2010-2019) que se haya registrado jamás. Los niveles de CO₂ y de otros gases de efecto invernadero en la atmósfera aumentaron hasta niveles récord en 2019. Por ello, es necesario actuar de forma inmediata para reducir estas cifras y conseguir un uso sostenible y sostenido de energías renovables. Las inversiones deben acelerar la descarbonización de todos los aspectos de nuestra economía y retirar los subsidios a los combustibles fósiles. Para ello, resulta primordial invertir en soluciones sostenibles que ayuden en menor o mayor medida a la consecución de dicho objetivo. La automatización de la terminal de contenedores en el Muelle 19 del Puerto de Alicante promete ser un paso más en la innovación y en el uso razonable y sostenible de los recursos de forma que, la maquinaria sea eficiente y utilice energía eléctrica como fuente de energía. La automatización de la terminal también incluye la automatización de los procesos y la optimización de los mismos consiguiendo una gestión eficaz y eficiente de los recursos. Para llevar a cabo el seguimiento y control del consumo energético en todas las actividades y operativas de las terminales portuarias existen varias herramientas informáticas de gestión de instalaciones como el Sistema SCADA. La aplicación informática SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) permite llevar a cabo ese seguimiento y control de las instalaciones y de los procesos a distancia.

Como ejemplo, los sistemas *MoorMaster* propuestos en el proyecto son totalmente eléctricos y gracias a su funcionamiento, favorecen un amarre y desamarre muy rápido, reduciendo así el tiempo de estancia en la terminal, y, por lo tanto, reduciendo en más del 90% las emisiones durante el atraque de barcos debido al uso reducido de remolcadores y motores de los barcos.

Valencia, 10 de marzo de 2021
Firmado:





Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores
automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



ANEJOS



ÍNDICE DE ANEJOS

- ✚ ANEJO Nº 1. Planos

- ✚ ANEJO Nº 2. Cálculo del estudio económico. Periodo de concesión de 17 años.

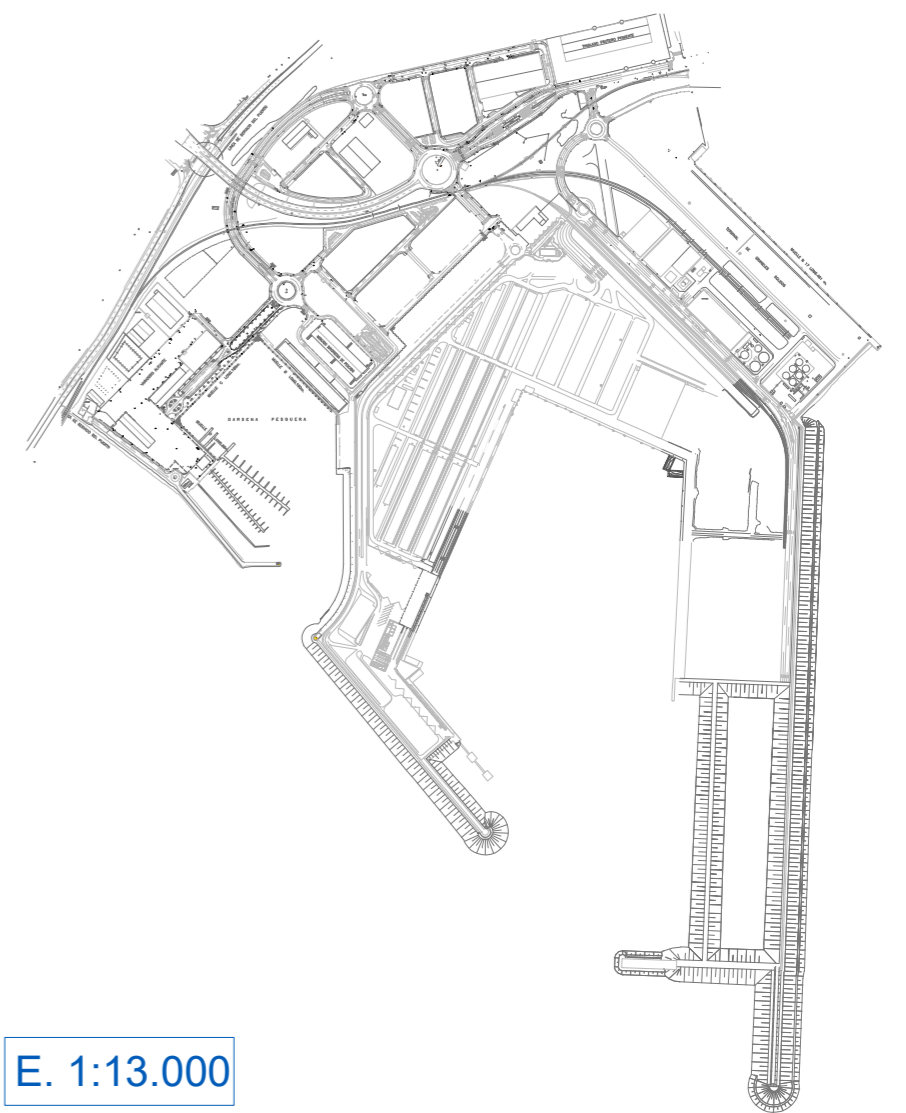
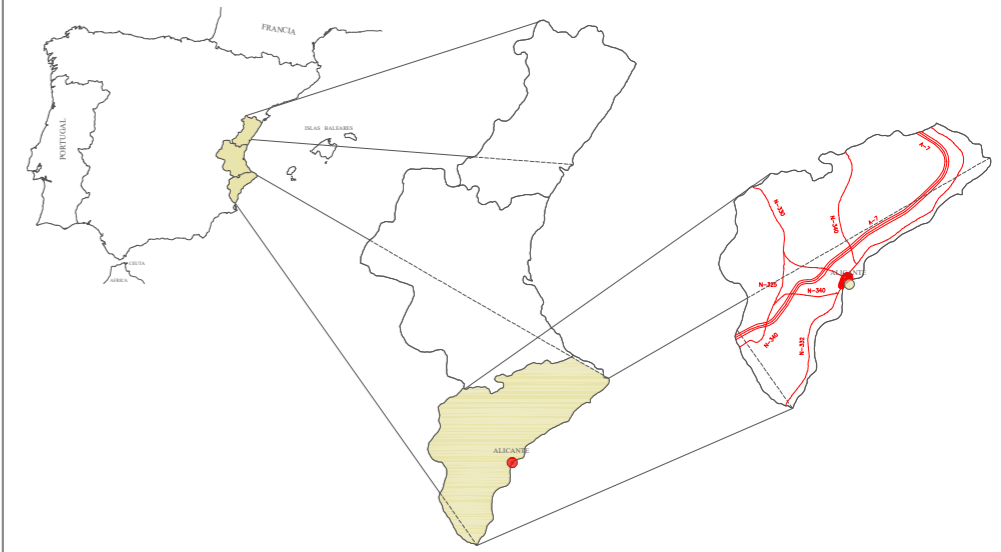
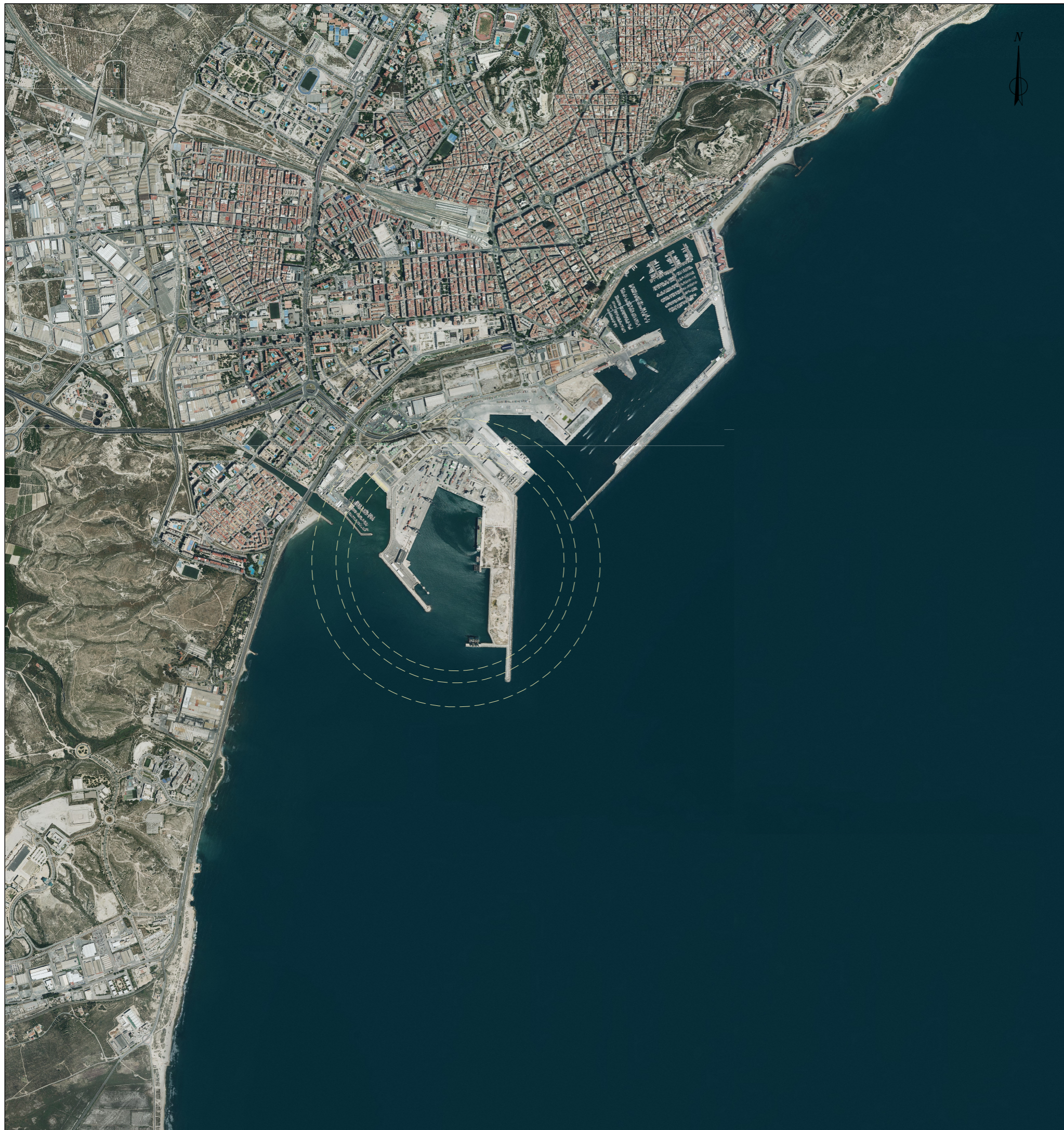
- ✚ ANEJO Nº 3. Cálculo del estudio económico. Periodo de concesión de 27 años.



Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores
automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



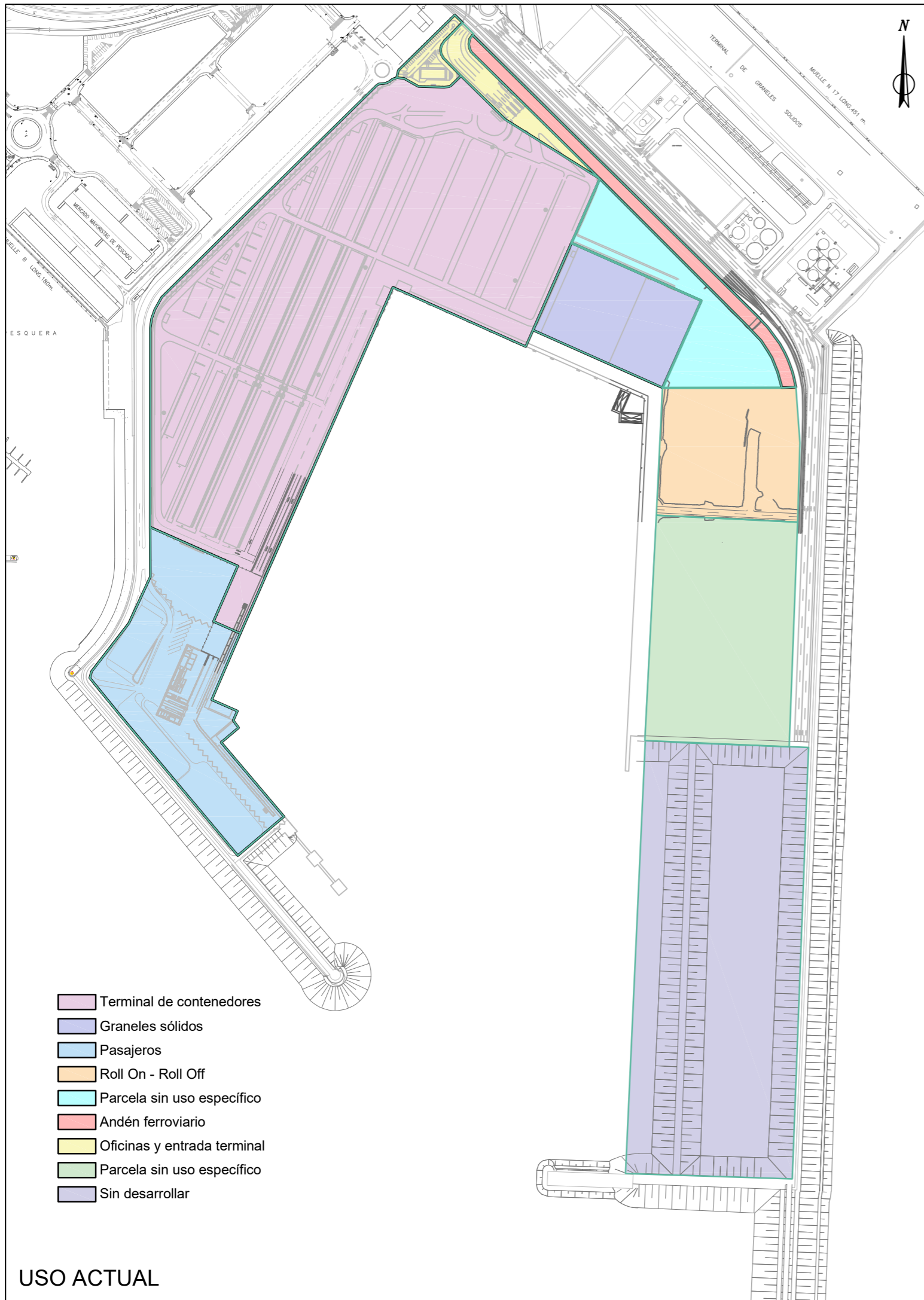
ANEJO Nº 1. Planos



E. 1:13.000

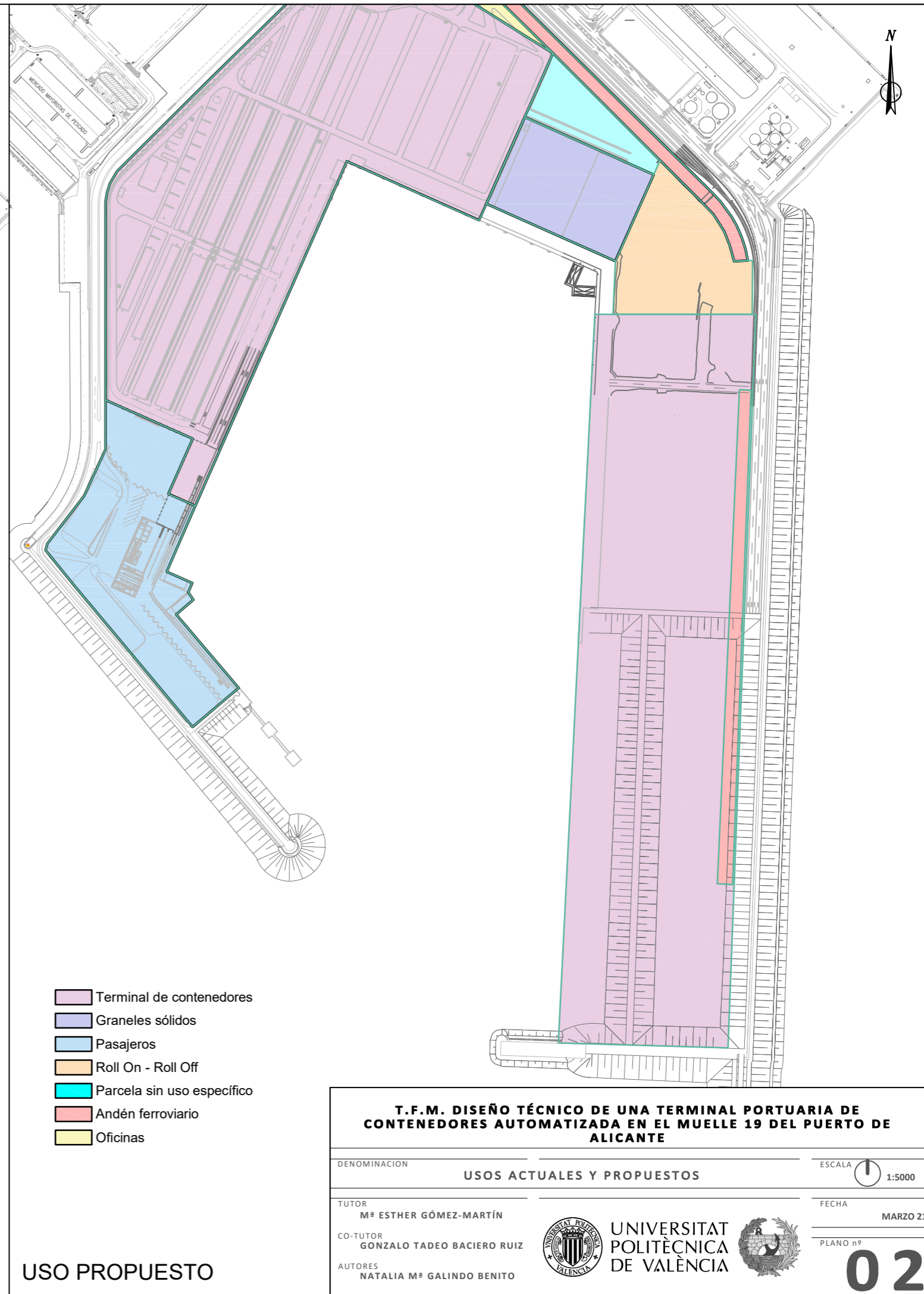
T.F.M. DISEÑO TÉCNICO DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE CONTENEDORES AUTOMATIZADA EN EL MUELLE 19 DEL PUERTO DE ALICANTE

DENOMINACION	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	ESCALA	Varias
TUTOR	M ^a ESTHER GÓMEZ-MARTÍN	FECHA	MARZO 21
CO-TUTOR	GONZALO TADEO BACIERO RUIZ	PLANO n ^o	01
AUTORES	NATALIA M ^a GALINDO BENITO		



USO ACTUAL

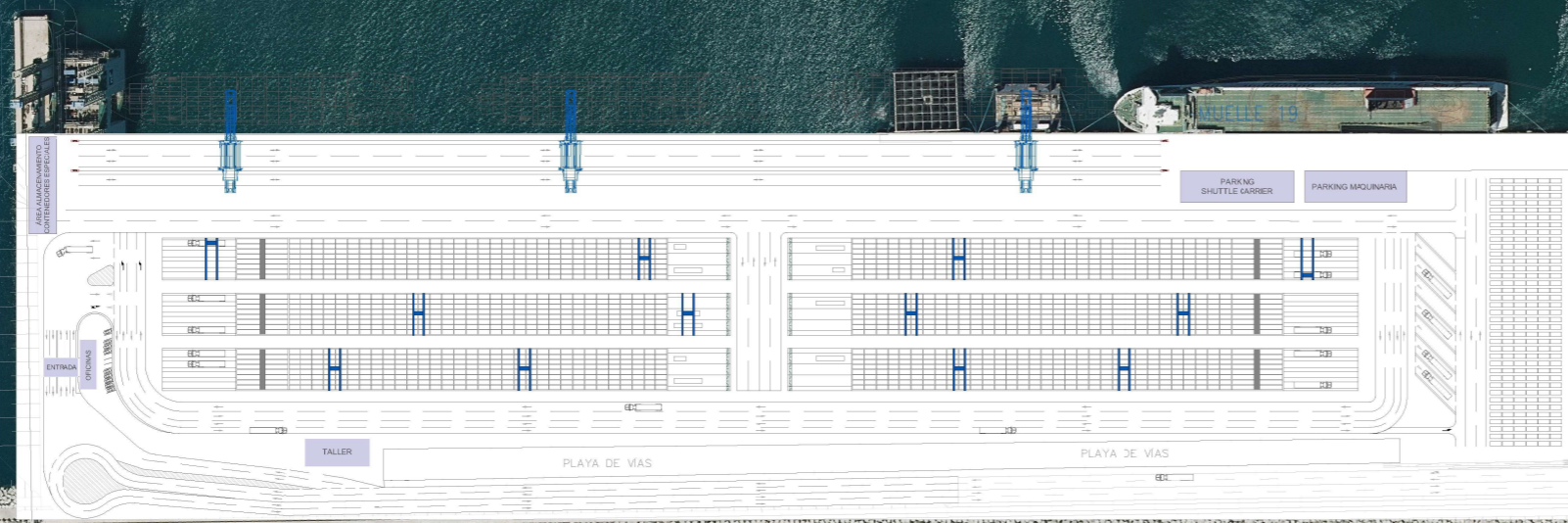
- Terminal de contenedores
- Graneles sólidos
- Pasajeros
- Roll On - Roll Off
- Parcela sin uso específico
- Andén ferroviario
- Oficinas y entrada terminal
- Parcela sin uso específico
- Sin desarrollar



USO PROPUESTO

- Terminal de contenedores
- Graneles sólidos
- Pasajeros
- Roll On - Roll Off
- Parcela sin uso específico
- Andén ferroviario
- Oficinas

T.F.M. DISEÑO TÉCNICO DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE CONTENEDORES AUTOMATIZADA EN EL MUELLE 19 DEL PUERTO DE ALICANTE		
DENOMINACION	USOS ACTUALES Y PROPUESTOS	ESCALA 1:5000
TUTOR	M ^º ESTHER GÓMEZ-MARTÍN	FECHA
CO-TUTOR	GONZALO TADEO BACIERO RUIZ	MARZO 21
AUTORES	NATALIA M ^º GALINDO BENITO	PLANO n ^º
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		02



T.F.M. DISEÑO TÉCNICO DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE CONTENEDORES AUTOMATIZADA EN EL MUELLE 19 DEL PUERTO DE ALICANTE

DENOMINACION DISEÑO EN PLANTA DE LA TERMINAL AUTOMATIZADA	ESCALA 1:4000
TUTOR M ^º ESTHER GÓMEZ-MARTÍN	FECHA MARZO 21
CO-TUTOR GONZALO TADEO BACIERO RUIZ	PLANO n ^º 03
AUTORES NATALIA M ^º GALINDO BENITO	



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA





REEFERS

ESTACIONES DE CARGA SHUTTLE CARRIERS

REEFERS

MUELLE 19

ÁREA ALMACENAMIENTO CONTENEDORES ESPECIALES

PARKING SHUTTLE CARRIER

PARKING MAQUINARIA

ENTRADA

OFICINAS

TALLER

PLAYA DE VÍAS

PLAYA DE VÍAS

T.F.M. DISEÑO TÉCNICO DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE CONTENEDORES AUTOMATIZADA EN EL MUELLE 19 DEL PUERTO DE ALICANTE

DENOMINACION **DISEÑO EN PLANTA DE LA TERMINAL AUTOMATIZADA. FASE PRINCIPAL.** ESCALA 1:2000

TUTOR M^º ESTHER GÓMEZ-MARTÍN

CO-TUTOR GONZALO TADEO BACIERO RUIZ

AUTORES NATALIA M^º GALINDO BENITO



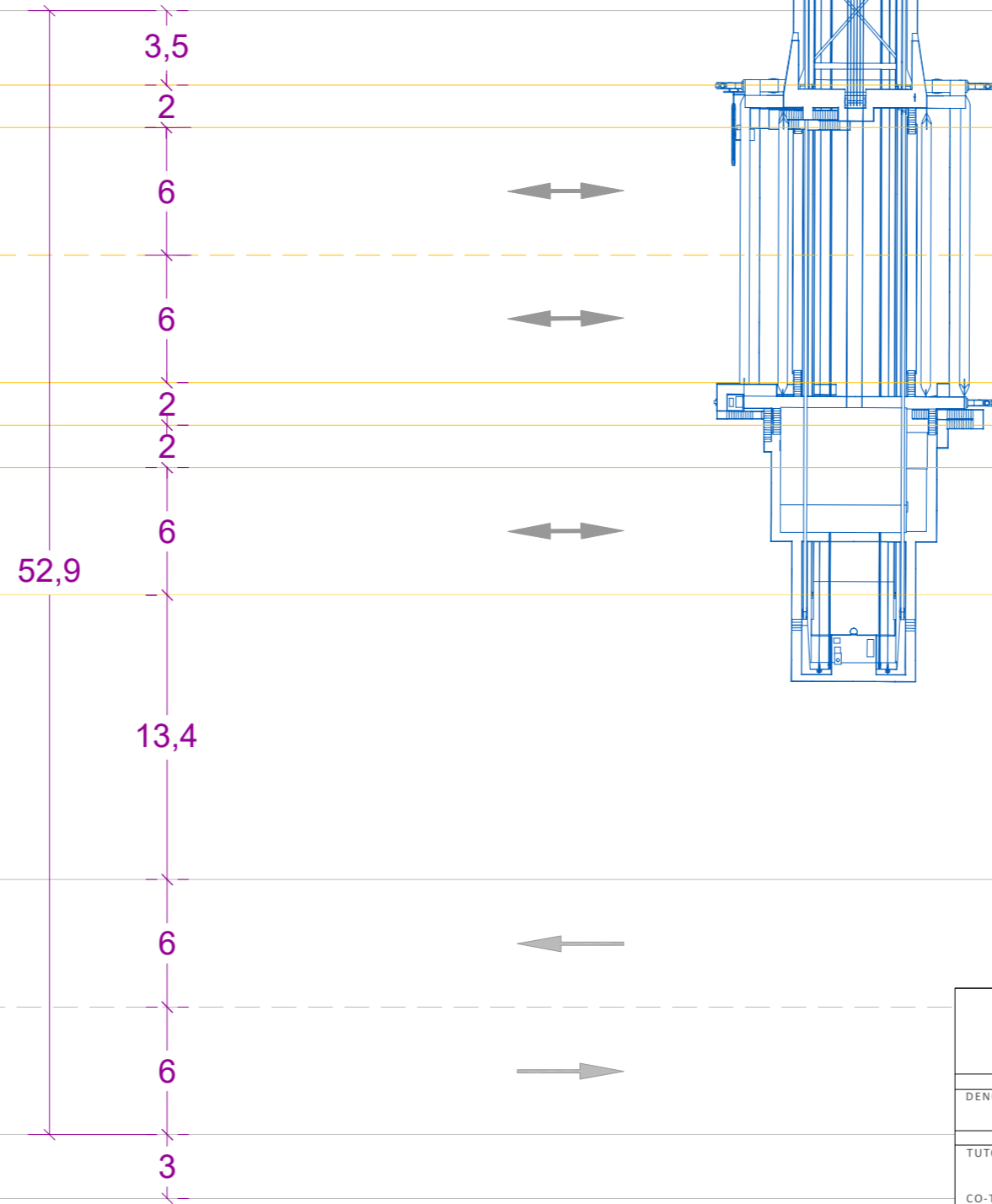
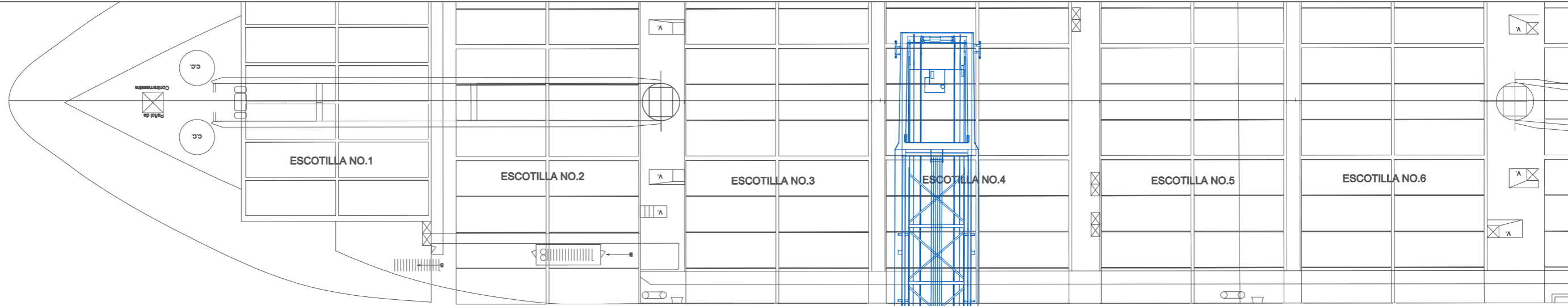
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



FECHA MARZO 21

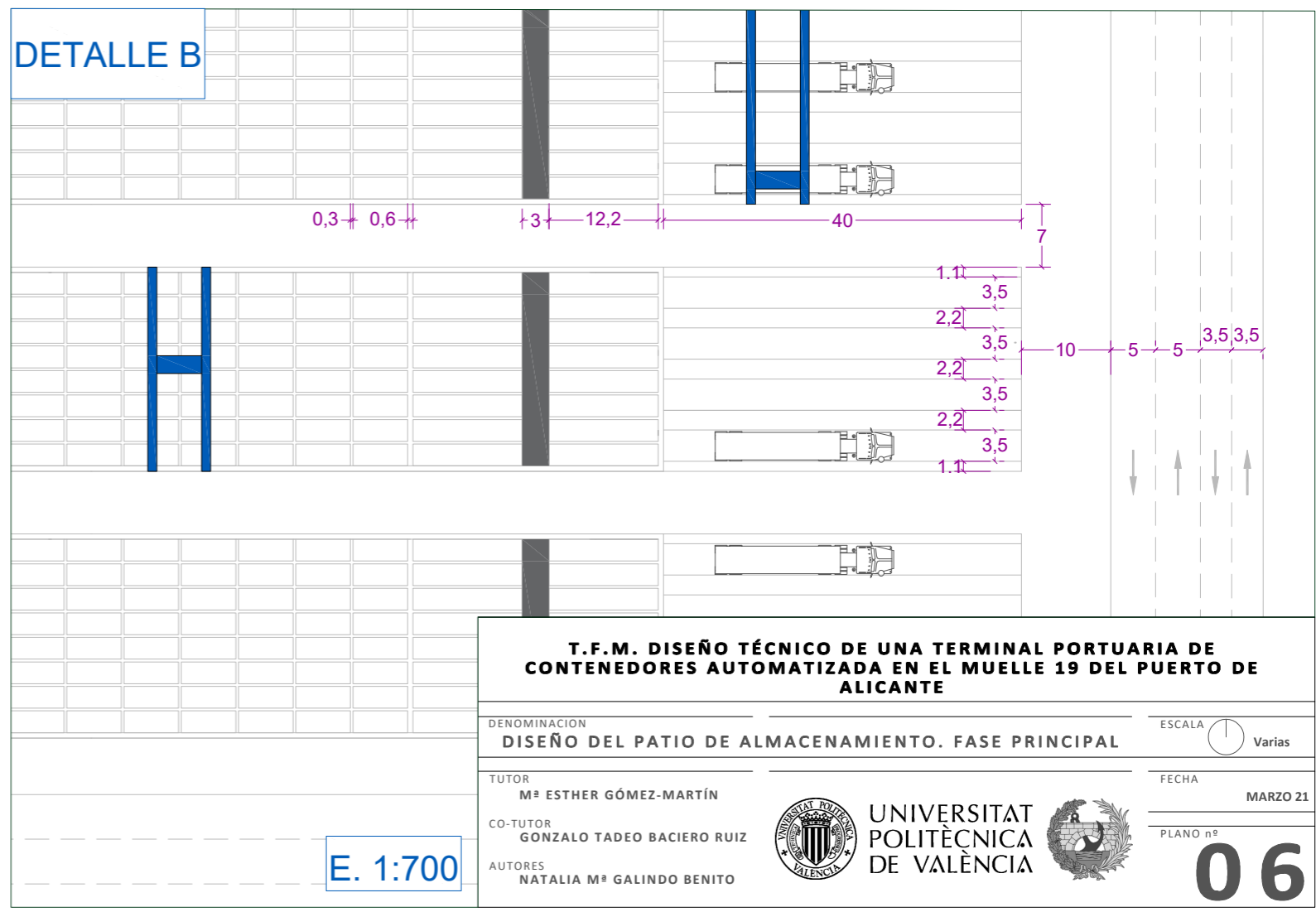
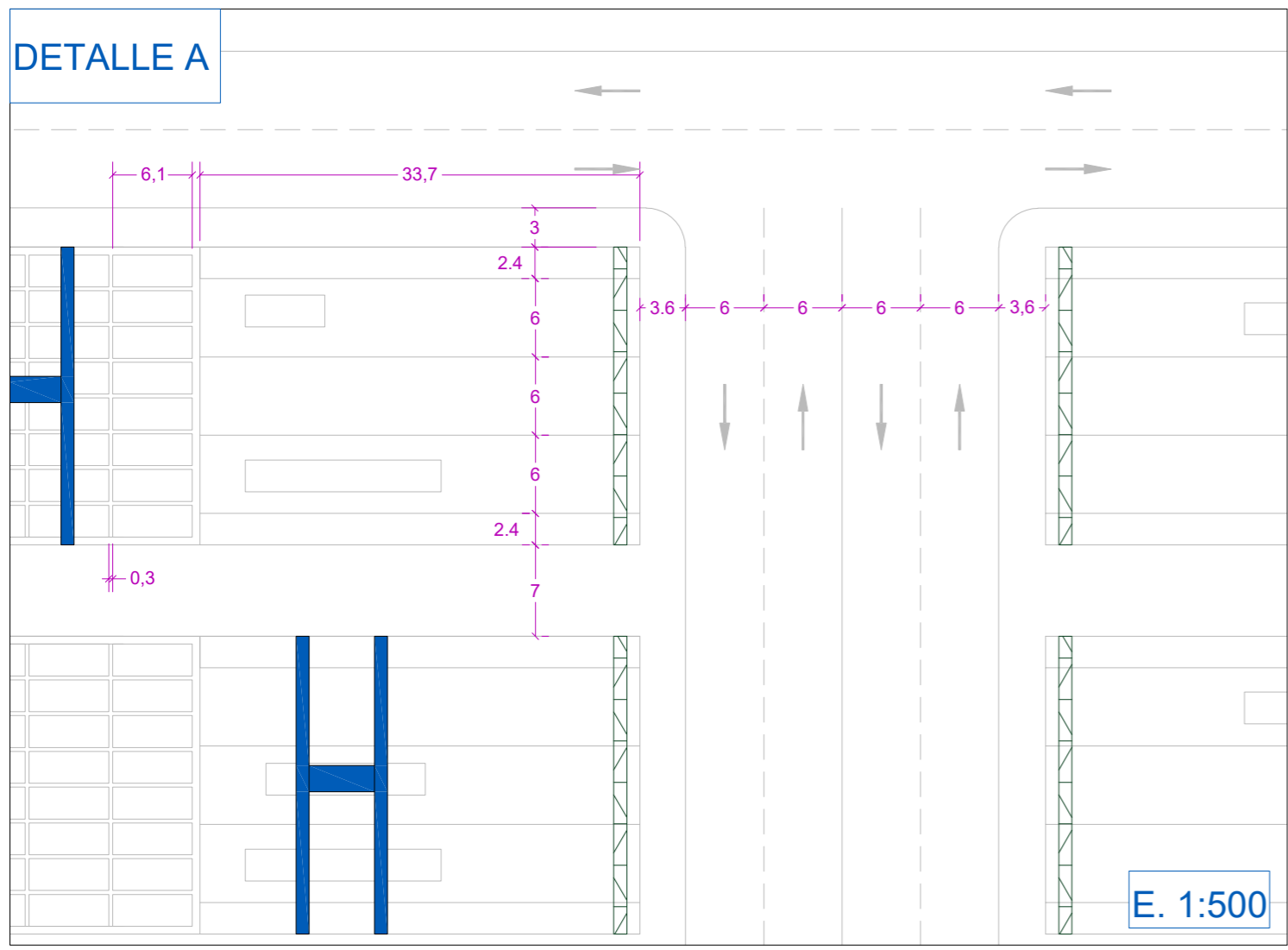
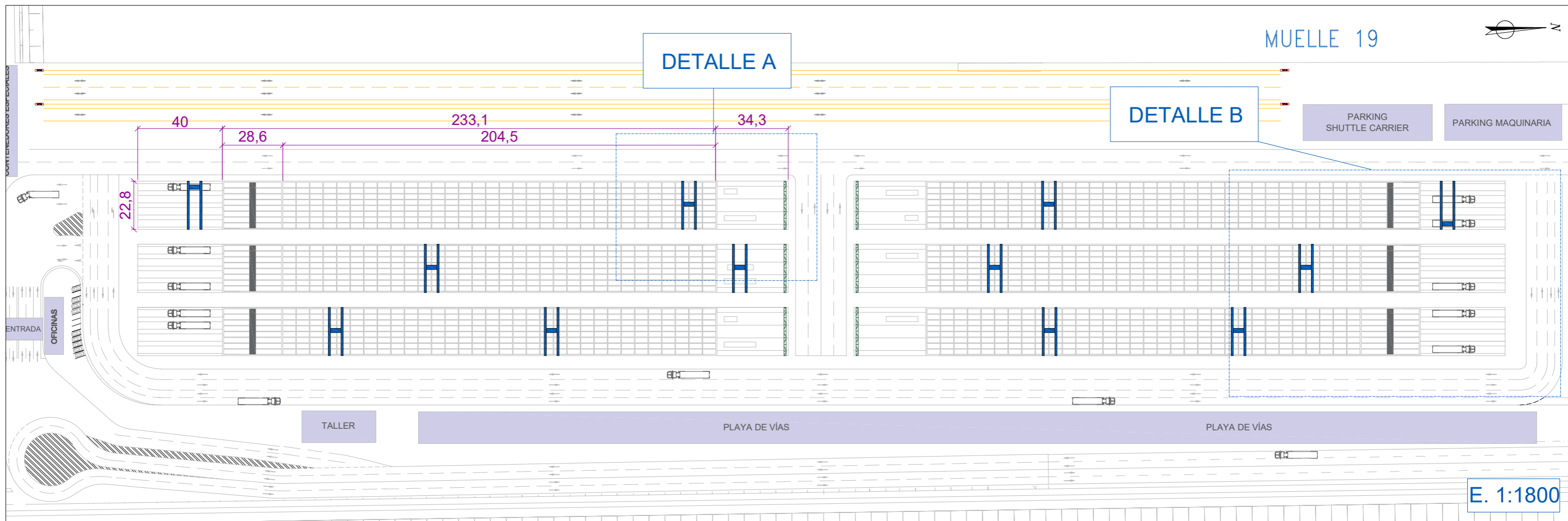
PLANO n^º

04



T.F.M. DISEÑO TÉCNICO DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE CONTENEDORES AUTOMATIZADA EN EL MUELLE 19 DEL PUERTO DE ALICANTE

DENOMINACION	DETALLE ZONA DE OPERACIÓN	ESCALA	1:300
TUTOR	M ^º ESTHER GÓMEZ-MARTÍN	FECHA	MARZO 21
CO-TUTOR	GONZALO TADEO BACIERO RUIZ	PLANO n ^º	05
AUTORES	NATALIA M ^º GALINDO BENITO		



T.F.M. DISEÑO TÉCNICO DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE CONTENEDORES AUTOMATIZADA EN EL MUELLE 19 DEL PUERTO DE ALICANTE

DENOMINACION: **DISEÑO DEL PATIO DE ALMACENAMIENTO. FASE PRINCIPAL**

TUTOR: M^º ESTHER GÓMEZ-MARTÍN

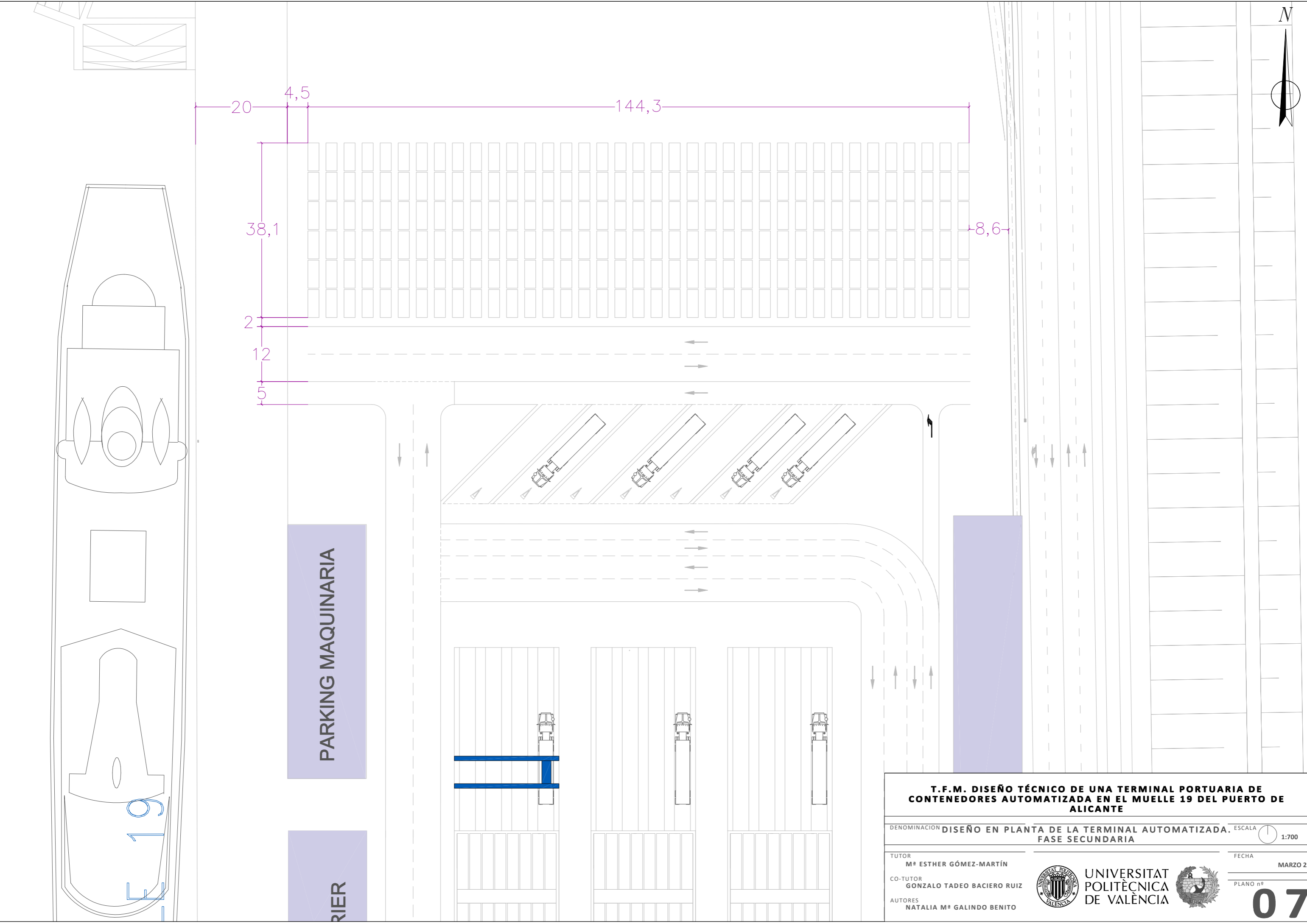
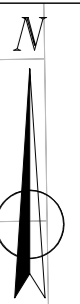
CO-TUTOR: GONZALO TADEO BACIERO RUIZ

AUTORES: NATALIA M^º GALINDO BENITO

ESCALA: Varias

FECHA: MARZO 21

PLANO n^º: **06**



T.F.M. DISEÑO TÉCNICO DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE CONTENEDORES AUTOMATIZADA EN EL MUELLE 19 DEL PUERTO DE ALICANTE

DENOMINACION **DISEÑO EN PLANTA DE LA TERMINAL AUTOMATIZADA. FASE SECUNDARIA** ESCALA 1:700

TUTOR
M^º ESTHER GÓMEZ-MARTÍN

CO-TUTOR
GONZALO TADEO BACIERO RUIZ

AUTORES
NATALIA M^º GALINDO BENITO



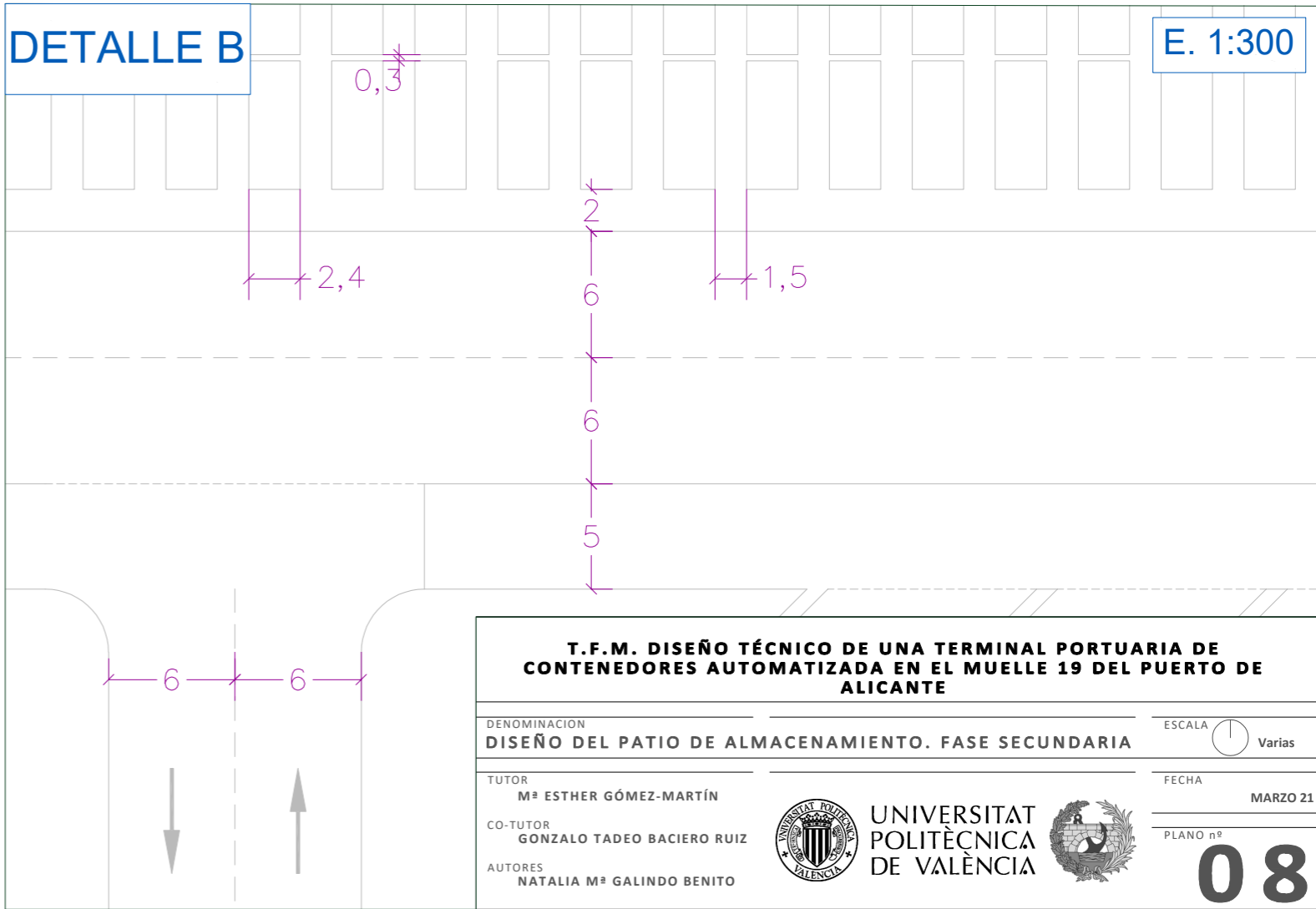
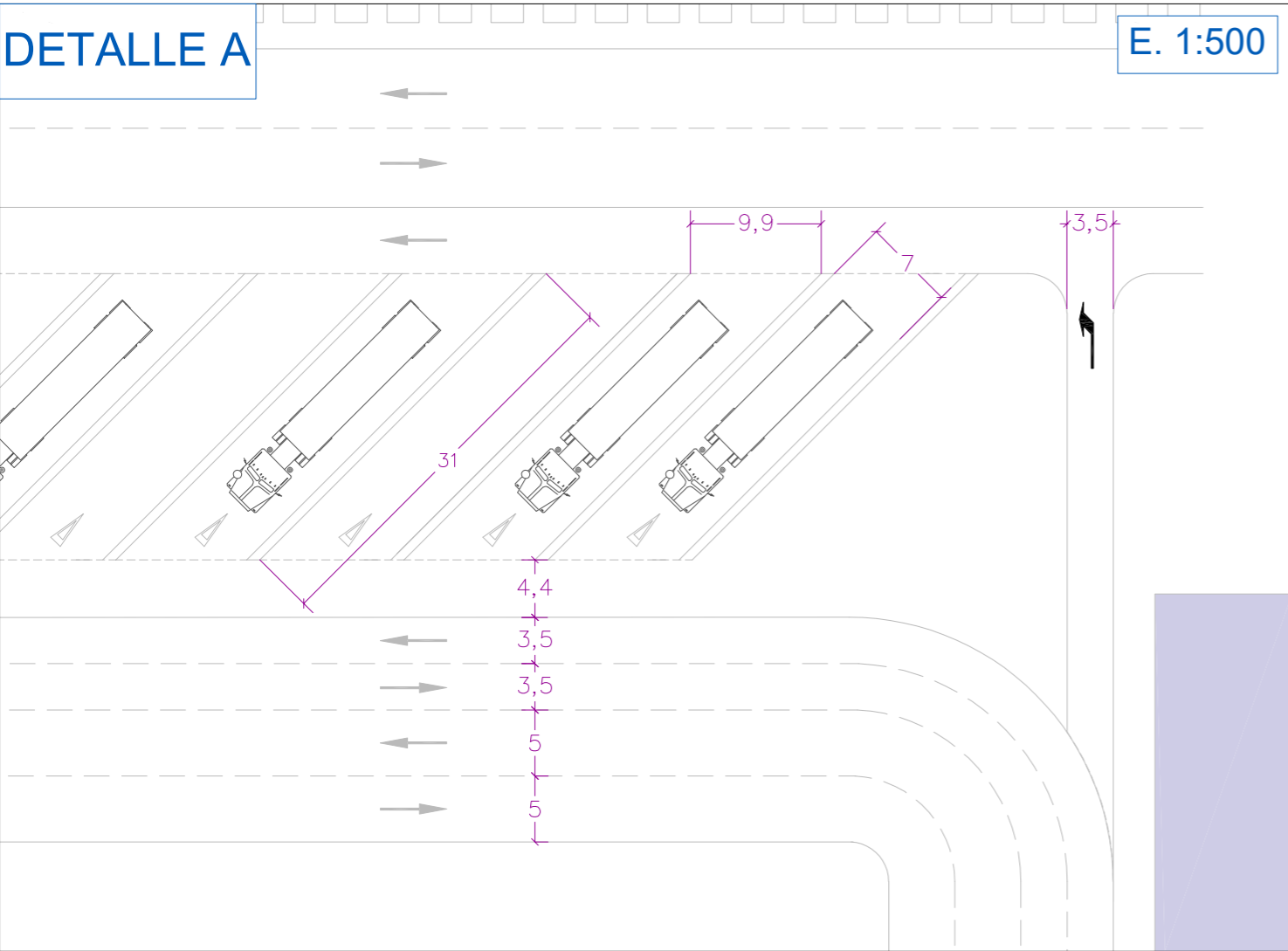
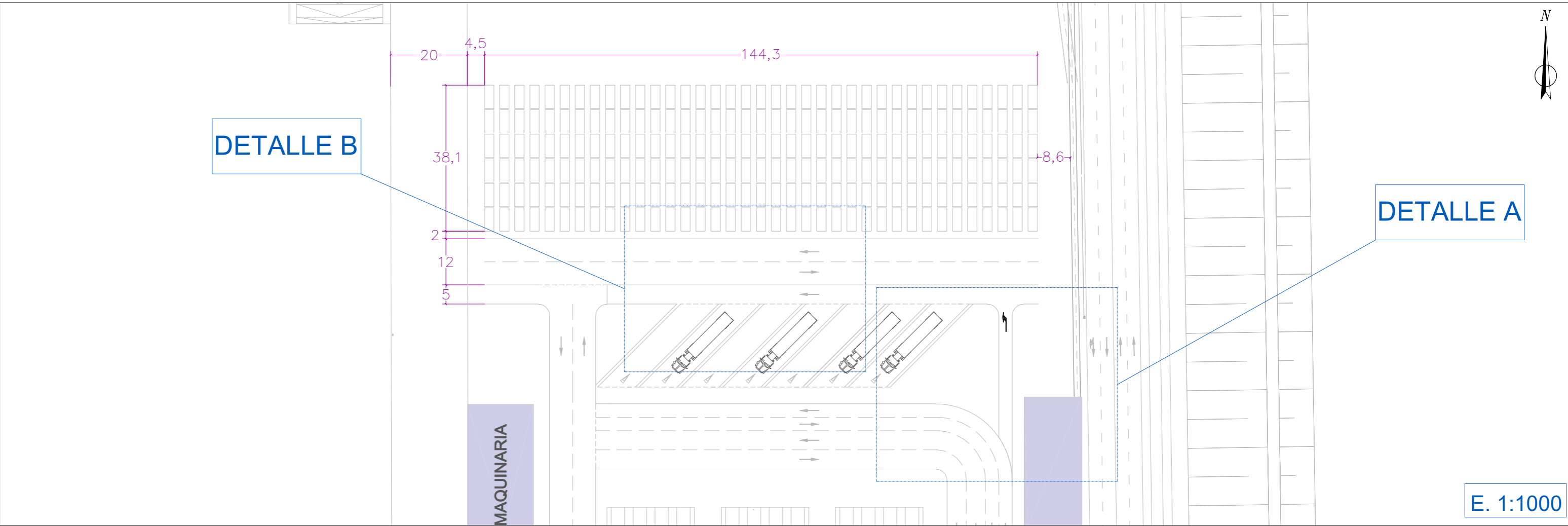
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



FECHA
MARZO 21

PLANO n^º

07



T.F.M. DISEÑO TÉCNICO DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE CONTENEDORES AUTOMATIZADA EN EL MUELLE 19 DEL PUERTO DE ALICANTE

DENOMINACION
DISEÑO DEL PATIO DE ALMACENAMIENTO. FASE SECUNDARIA

TUTOR
M^a ESTHER GÓMEZ-MARTÍN

CO-TUTOR
GONZALO TADEO BACIERO RUIZ

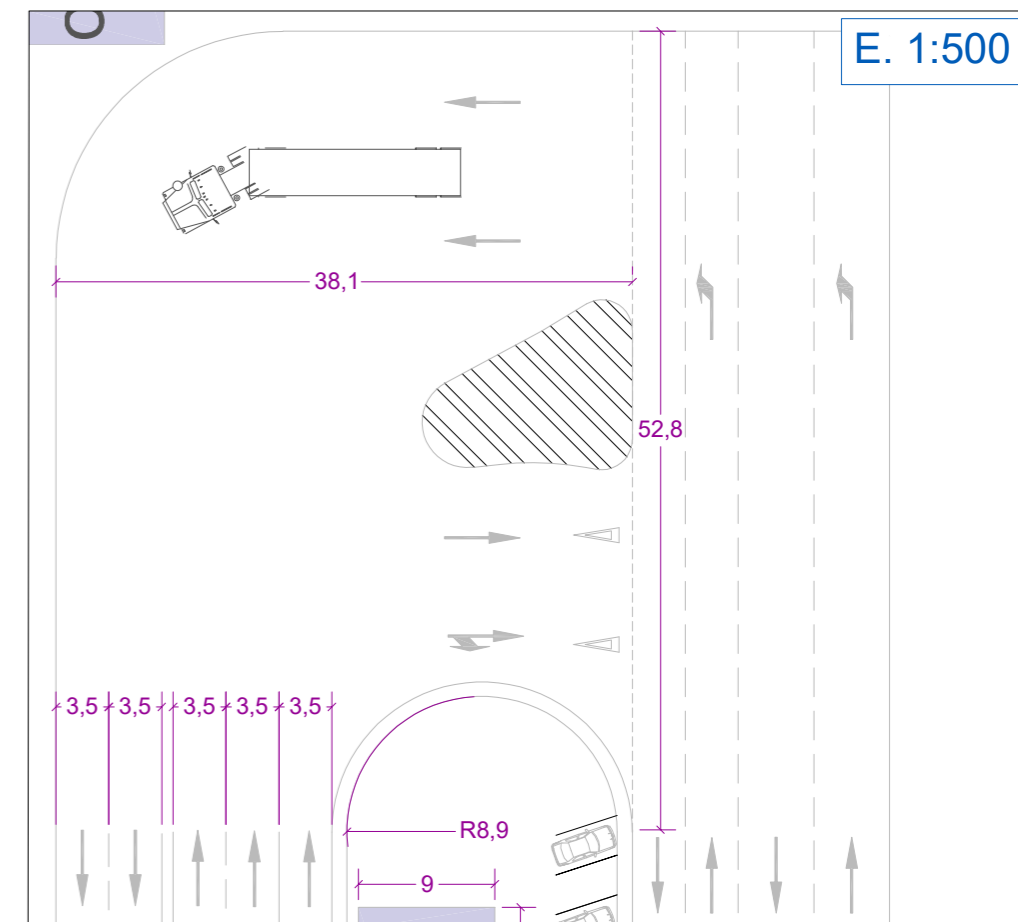
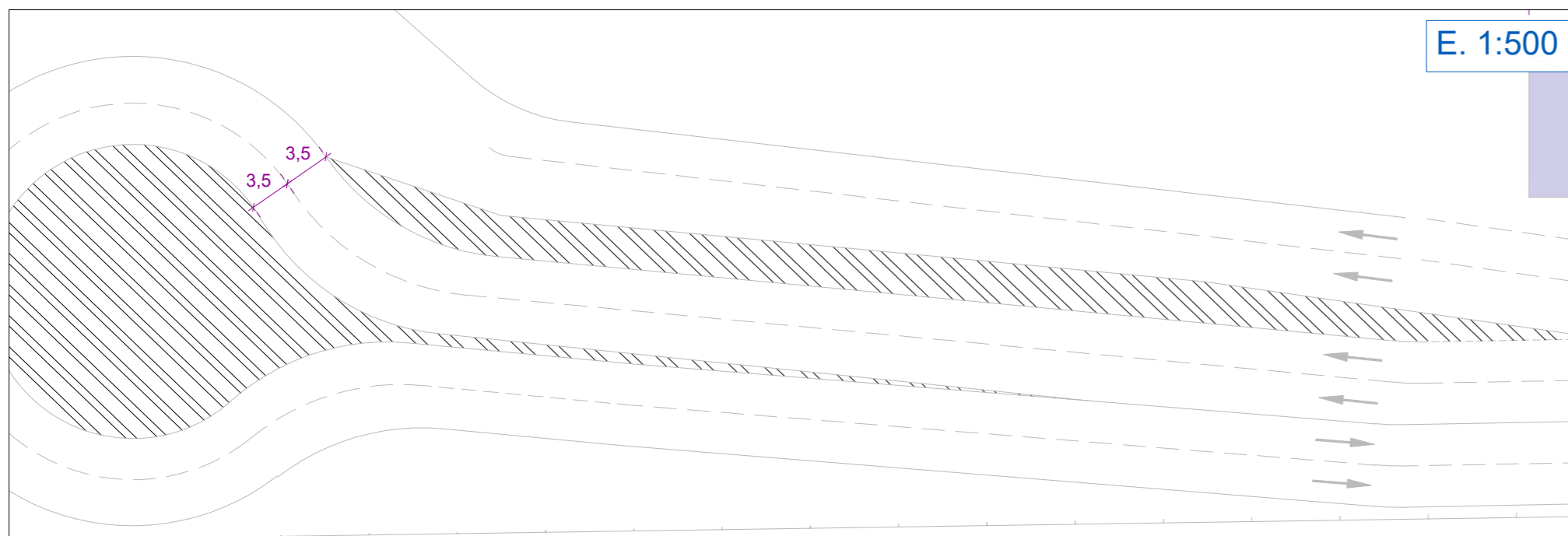
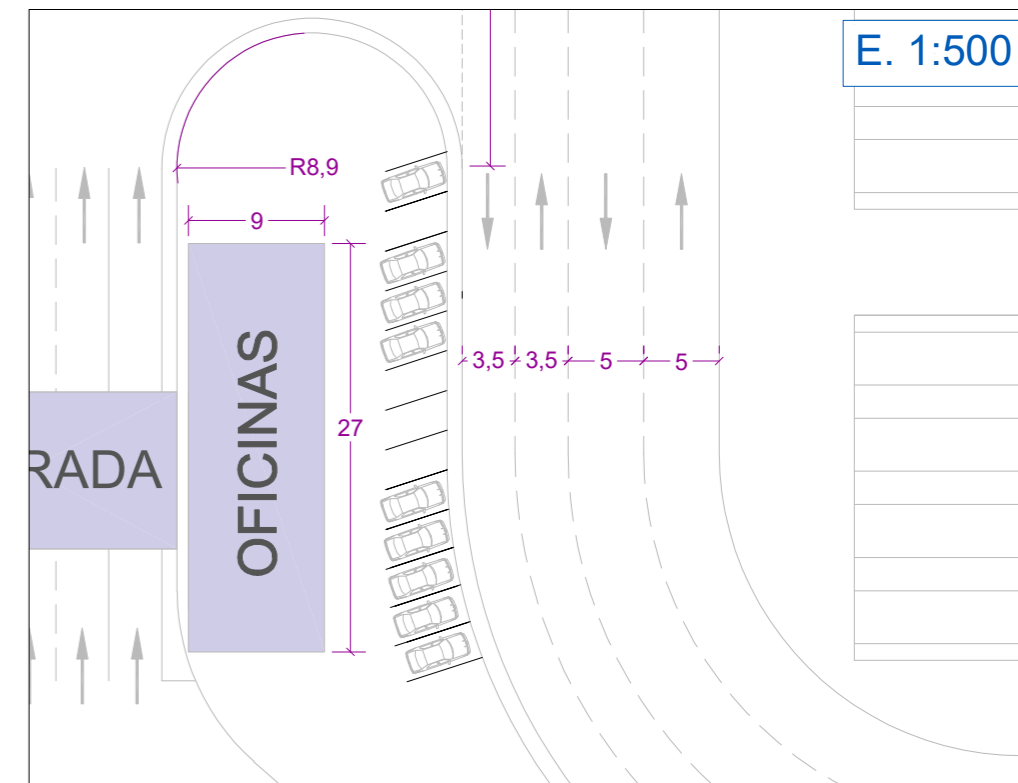
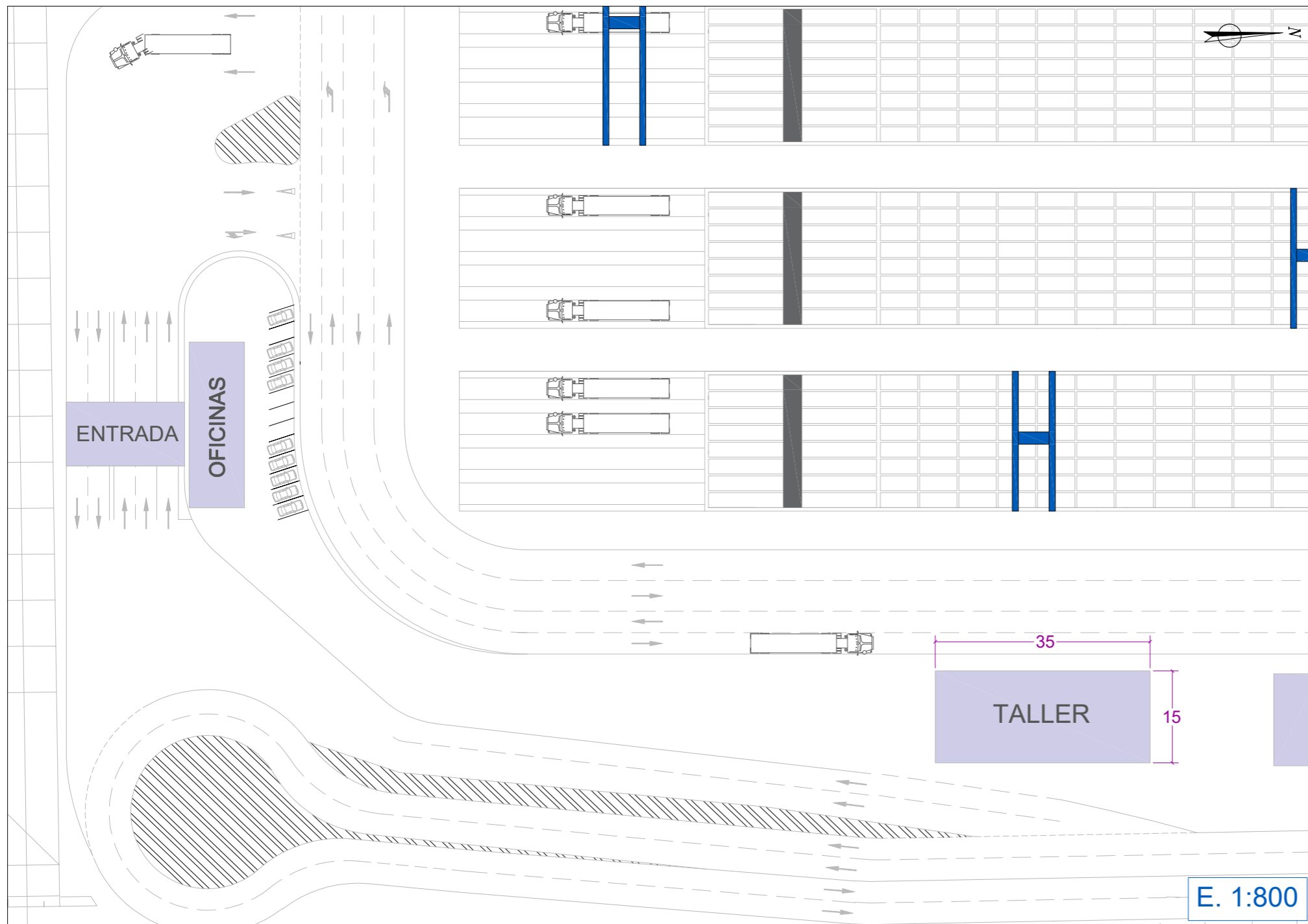
AUTORES
NATALIA M^a GALINDO BENITO

ESCALA
Varias

FECHA
MARZO 21

PLANO n^o
08

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



T.F.M. DISEÑO TÉCNICO DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE CONTENEDORES AUTOMATIZADA EN EL MUELLE 19 DEL PUERTO DE ALICANTE		
DENOMINACION	ACCESOS POR CARRETERA A LA TERMINAL	ESCALA Varias
TUTOR	M ^º ESTHER GÓMEZ-MARTÍN	FECHA
CO-TUTOR	GONZALO TADEO BACIERO RUIZ	MARZO 21
AUTORES	NATALIA M ^º GALINDO BENITO	PLANO n ^º
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		09



Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores
automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



ANEJO Nº 2. Cálculo del estudio económico.
Periodo de concesión de 17 años.

COSTES OBRA CIVIL

TERMINAL AUTOMATIZADA				
Descripción	Ud.	Medición	Precio/ud	Importe
INFRAESTRUCTURA				15.843.840,00 €
Dragado	m3	12.000,00	15,32 €	183.840,00 €
Cajones Hormigón (incluye cimentación cajones, construcción, relleno celdas y fondeo)	ud	14,00	350.000,00 €	4.900.000,00 €
Relleno del trasdós de los cajones (incluye pedraplén, relleno general, escollera)	m3	352.500,00	30,00 €	10.575.000,00 €
Precarga del material de relleno (incluye formación de mota y transporte material)	m3	37.000,00	5,00 €	185.000,00 €
SUPERESTRUCTURA				21.866.000,00 €
Ejecución de la viga cantil	m	450,00		500.000,00 €
Vía de grúa de rail A-100 (lado mar)	m	600,00	455,00 €	273.000,00 €
Ejecución de la viga pilotada	m	600,00		1.500.000,00 €
Vía de grúa de rail A-100 (lado tierra)	m	600,00	455,00 €	273.000,00 €
Accesorios Portainer (parking grúas) (incluye fosos para tie down y storm pin, foso enrollador, protector canal cableado grúa, topes para vías)	ud	6,00		300.000,00 €
Ejecución viga de apoyo para carril grúas ASC	m	3.600,00	1.400,00 €	5.040.000,00 €
Firmes y pavimentos (incluye pavimento HF4, suelo seleccionado, zahorra)	m3			3.000.000,00 €
Red de drenaje	m			360.000,00 €
Red agua potable	m			50.000,00 €
Red contraincendios	m			130.000,00 €
Red de alumbrado y CCTV	m			360.000,00 €
Red de Media Tensión	ud			100.000,00 €
Red de Baja Tensión	ud			160.000,00 €
Construcción del edificio de la terminal y taller	ud	2,00	500.000,00 €	1.000.000,00 €
Puerta de entrada a la terminal	ud	1,00	500.000,00 €	500.000,00 €
Cerramiento y vallado	m	1.500,00	80,00 €	120.000,00 €
Sistemas Reefer	ud	6,00	200.000,00 €	1.200.000,00 €
Áreas transferencia	ud	12,00	500.000,00 €	6.000.000,00 €
Ampliación vías ferroviarias	m	400,00		700.000,00 €
Urbanización exterior a la terminal				300.000,00 €
Total				37.709.840,00 €
Contingencias	25%			9.427.460,00 €
Coste total Terminal Automatizada				47.137.300,00 €

TERMINAL CONVENCIONAL				
Descripción	Ud.	Medición	Precio/ud	Importe
INFRAESTRUCTURA				15.843.840,00 €
Dragado	m3	12.000,00	15,32 €	183.840,00 €
Cajones Hormigón (incluye cimentación cajones, construcción, relleno celdas y fondeo)	ud	14,00	350.000,00 €	4.900.000,00 €
Relleno del trasdós de los cajones (incluye pedraplén, relleno general, escollera)	m3	352.500,00	30,00 €	10.575.000,00 €
Precarga del material de relleno (incluye formación de mota y transporte material)	m3	37.000,00	5,00 €	185.000,00 €
SUPERESTRUCTURA				13.756.000,00 €
Ejecución de la viga cantil	m	450,00		500.000,00 €
Vía de grúa de rail A-100 (lado mar)	m	600,00	455,00 €	273.000,00 €
Ejecución de la viga pilotada	m	600,00		1.500.000,00 €
Vía de grúa de rail A-100 (lado tierra)	m	600,00	455,00 €	273.000,00 €
Accesorios Portainer (parking grúas) (incluye fosos para tie down y storm pin, foso enrollador, protector canal cableado grúa, topes para vías)	ud	6,00		300.000,00 €
Ejecución viga de apoyo para carril grúas ASC	m	0,00	600,00 €	0,00 €
Firmes y pavimentos (incluye pavimento HF4, suelo seleccionado, zahorra)	m3			3.000.000,00 €
Red de drenaje	m			360.000,00 €
Red agua potable	m			50.000,00 €
Red contraincendios	m			130.000,00 €
Red de alumbrado y CCTV	m			360.000,00 €
Red de Media Tensión	ud			100.000,00 €
Red de Baja Tensión	ud			160.000,00 €
Construcción del edificio de la terminal y taller	ud	2,00	500.000,00 €	1.000.000,00 €
Puerta de entrada a la terminal	ud	1,00	250.000,00 €	250.000,00 €
Cerramiento y vallado	m	1.500,00	80,00 €	120.000,00 €
Sistemas Reefer	ud	6,00	200.000,00 €	1.200.000,00 €
Áreas transferencia	ud	12,00	250.000,00 €	3.000.000,00 €
Ampliación vías ferroviarias	m	400,00		700.000,00 €
Urbanización exterior a la terminal				300.000,00 €
Zapatasa paso RTG				180.000,00 €
Total				29.599.840,00 €
Contingencias	25%			7.399.960,00 €
Coste total Terminal Convencional				36.999.800,00 €

MAQUINARIA A ADQUIRIR

EQUIPOS TERMINAL CONVENCIONAL

Equipo	Coste	Vida útil (Años)	Energía	Coste unitario	Consumo/h	Coste/h	Nº equipos necesarios
Grúas STS (Post Panamax)	5.500.000,00 €	17	Eléctrico kWh/h	0,09	350,00	31,50 €	3
Grúas RTG	1.300.000,00 €	17	Eléctrico kWh/h	0,09	250,00	22,50 €	12
Tractores de terminal (TT)	80.000,00 €	10	Motor diésel	1,00	15,00	15,00 €	18
Plataformas	24.000,00 €	10	Motor diésel	0,00	0,00	0,00 €	18
Reach Stacker (RS)	400.000,00 €	15	Gas	0,70	15,00	10,50 €	10

EQUIPOS TERMINAL AUTOMATIZADA

Equipo	Coste	Vida útil (Años)	Energía	Coste/h	Consumo/h	Coste/h	Nº equipos necesarios
Grúas STS (Post Panamax)	5.500.000,00 €	17	Eléctrico kWh/h	0,09	350,00	31,50 €	3
Grúas ASC	2.000.000,00 €	17	Eléctrico kWh/h	0,09	200,00	18,00 €	12
Shuttle Carrier (SC)	550.000,00 €	15	Eléctrico kWh/h	0,09	200,00	18,00 €	10
Straddle Carrier	550.000,00 €	15	Eléctrico kWh/h	0,09	200,00	18,00 €	0
Reach Stacker (RS)	400.000,00 €	15	Gas	0,70	15,00	10,50 €	3

COSTES DEL PERSONAL DE LA TERMINAL (excluyendo al personal de la estiba)

Puesto	Sueldo bruto (€/año)	Seguridad Social (% de la empresa)	Coste de empresa (€/año)	Terminal Automatizada		Terminal Convencional	
				Nº personas	Total	Nº personas	Total
PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN							
Director de Concesión	140.000,00 €	33,30%	186.620,00 €	1	186.620,00 €	1	186.620,00 €
Director de Negocio	48.000,00 €	33,30%	63.984,00 €	1	63.984,00 €	1	63.984,00 €
Director Financiero	45.000,00 €	33,30%	59.985,00 €	1	59.985,00 €	1	59.985,00 €
Director Comercial	35.000,00 €	33,30%	46.655,00 €	1	46.655,00 €	1	46.655,00 €
Jefe de Procesos, Sistemas e Innovación	48.000,00 €	33,30%	63.984,00 €	2	127.968,00 €	1	63.984,00 €
Responsable de contabilidad	26.000,00 €	33,30%	34.658,00 €	1	34.658,00 €	1	34.658,00 €
Responsable de pagos	26.000,00 €	33,30%	34.658,00 €	1	34.658,00 €	1	34.658,00 €
Responsable de Recursos Humanos	35.000,00 €	33,30%	46.655,00 €	1	46.655,00 €	1	46.655,00 €
Responsable de Auditoría	35.000,00 €	33,30%	46.655,00 €	1	46.655,00 €	1	46.655,00 €
Responsable de Atención al Cliente	35.000,00 €	33,30%	46.655,00 €	1	46.655,00 €	1	46.655,00 €
IT	35.000,00 €	33,30%	46.655,00 €	8	373.240,00 €	6	279.930,00 €
Seguridad	25.000,00 €	33,30%	33.325,00 €	3	99.975,00 €	5	166.625,00 €
Administrativo	18.000,00 €	33,30%	23.994,00 €	5	119.970,00 €	8	191.952,00 €
PERSONAL DE OPERACIÓN FIJO							
Jefe de Terminal	45.000,00 €	33,30%	59.985,00 €	1	59.985,00 €	1	59.985,00 €
Jefe de Operaciones	65.000,00 €	33,30%	86.645,00 €	1	86.645,00 €	1	86.645,00 €
Responsable de Equipo	45.000,00 €	33,30%	59.985,00 €	2	119.970,00 €	3	179.955,00 €
Ingeniero de Sistemas	30.000,00 €	33,30%	39.990,00 €	3	119.970,00 €	2	79.980,00 €
Operador de Reefer	70.000,00 €	33,30%	93.310,00 €	2	186.620,00 €	3	279.930,00 €
Supervisor de Patio	55.000,00 €	33,30%	73.315,00 €	2	146.630,00 €	4	293.260,00 €
Planificador de operaciones	55.000,00 €	33,30%	73.315,00 €	2	146.630,00 €	4	293.260,00 €
Administrativo	70.000,00 €	33,30%	93.310,00 €	1	93.310,00 €	1	93.310,00 €
Jefe de Mantenimiento	60.000,00 €	33,30%	79.980,00 €	1	79.980,00 €	1	79.980,00 €
Responsable de Operaciones de Mantenimiento	45.000,00 €	33,30%	59.985,00 €	5	299.925,00 €	8	479.880,00 €
Subcontratados	90.000,00 €	33,30%	119.970,00 €	5	599.850,00 €	8	959.760,00 €
PERSONAL DE OPERACIÓN VARIABLE (se excluye)							
Capataz (Grupo I)	50.000,00 €	21,50%	60.750,00 €	15	911.250,00 €	15	911.250,00 €
Apuntador (Grupo II)	53.500,00 €	21,50%	65.002,50 €	3	195.007,50 €	28	1.820.070,00 €
Oficial (Grupo III)	57.600,00 €	21,50%	69.984,00 €	3	209.952,00 €	3	209.952,00 €
Especial (Grupo IV)	65.800,00 €	21,50%	79.947,00 €	17	1.359.099,00 €	17	1.359.099,00 €
Total anual				52	3.227.193,00 €	65	4.154.961,00 €

GASTOS GENERALES

Gastos	Terminal Automatizada	Terminal Convencional
Servicios Externos	105.000,00 €	80.000,00 €
Mantenimiento General	70.000,00 €	60.000,00 €
Seguros generales	150.000,00 €	130.000,00 €
Comunicaciones	45.000,00 €	45.000,00 €
Mobiliario	11.000,00 €	11.000,00 €
Viajes	8.000,00 €	8.000,00 €
Mantenimiento Oficina	15.000,00 €	15.000,00 €
Tasas	20.000,00 €	20.000,00 €
Material Oficina	7.000,00 €	7.000,00 €
Total	431.000,00 €	376.000,00 €

COSTE POR CONTENEDOR EN LA TERMINAL CONVENCIONAL

Capacidad almacenamiento (cont/año)	148.521	Transbordo	0%
Capacidad almacenamiento (TEUS/año)	270.309	I/E	100%
Máximo número de turnos diarios	3	Ratio cont/TEU	1,82
Máximo número de horas por turno	6		
Número de festivos aplicables anuales	14		
Otros días no productivos (domingos)	53		
Total días laborables al año	299		
Máximo número de horas de trabajo al año	1.680	8640	
Sueldo medio por año estibador	80.000,00 €		
Superficie patio (m2)	150.000,00		
Años concesión	17,00		

SUBSISTEMA CARGA/DESCARGA + ALMACENAMIENTO + RECEPCIÓN/ENTREGA				
COSTES DIRECTOS				
PERSONAL				
Personal	Mano media	Salario	Jornadas necesarias	Coste total
Capataz	0,50	267,56 €		150.523,15 €
Clasificador	1,00	267,56 €		301.046,30 €
Estibadores+trincad.	1,75	267,56 €		526.831,03 €
Gruista+sobordist.	2,00	267,56 €	1125	602.092,60 €
Conductor TT	1,70	267,56 €		511.778,71 €
Conductor RS	0,30	267,56 €		90.313,89 €
Gruista RTG	1,75	267,56 €		526.831,03 €
Total	9,00			2.709.416,72 €
				Coste/contenedor 17,50 €

EQUIPOS							
Equipo	Coste unitario	Vida útil (Años)	Uds a adquirir	Consumo (€)	Valor amortizable (€)	Amortiz./año (€)	Mnto (€/TEU)
Grúa STS	5.500.000,00 €	17	3	212.655,34 €	17.137.966,03 €	1.008.115,65 €	1,20 €
Reach Stackler	400.000,00 €	15	10	70.885,11 €	4.708.851,15 €	313.923,41 €	0,60 €
Grúas RTG	1.300.000,00 €	17	12	151.896,67 €	17.422.760,10 €	1.623.529,41 €	1,10 €
Tractores de terminal (TT)	80.000,00 €	10	18	101.264,45 €	3.262.760,10 €	326.276,01 €	0,30 €
Plataformas	24.000,00 €	10	18	0,00 €	432.000,00 €	43.200,00 €	
TOS	1.500.000,00 €	15	1	0,00 €	1.500.000,00 €	100.000,00 €	
Total				536.701,58 €	44.464.337,38 €	3.415.044,48 €	3,20 €
				Amortización al año equi	3.415.044,48 €	Coste equipo/cont.	18,90 €
	Mantenimiento (€/cont)	1,76 €		Consumo equipos	536.701,58 €	Coste consumo/cont.	3,25 €
				Mantenimiento equipoc	261.136,16 €	Coste mnto/cont.	1,50 €

COSTES INDIRECTOS			
	Total	Coste/contenedor	Total CI/contenedor
Personal indirecto	4.154.961,00 €	23,01	
Gastos generales	376.000,00 €	2,53	
Sistema hardware y software (anual)	50.000,00 €	0,34	
Gastos financieros	60.000,00 €	0,40	34,90
Tasa netas + O.S	405.000,00 €	2,73	
Seguros	500.000,00 €	3,20	
Seguridad	400.000,00 €	2,69	
		COSTE TOTAL POR CONTENEDOR (€/cont)	76,05 €

DISTRIBUCIÓN ANUAL DE INVERSIONES. TERMINAL CONVENCIONAL

Suposiciones:

Precio y coste de los contenedores L/E tendrán un incremento de valor	2%
Precio y coste de los contenedores T tendrán un incremento de valor	1,33%
Ingreso medio por almacenamiento del contenedor tendrá un incremento de valor	1,33%
Coste anual de moho infraestructuras y obra civil	1,00%
Coste anual de moho infraestructuras y obra civil tendrá un incremento	1,33%
Costos fijos tendrán un incremento de valor anual del	2,00%
En año 0 y 1, se supone un 50% de la capacidad de la terminal	50,00%
En año 2, un 80% de la capacidad	80,00%
En año 3, un 100% de la capacidad	100,00%

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	
Tráfico de contenedores:																		
Clase Civil Total	36.999.800,00 €																	36.999.800,00 €
Clase Civil periodizada	36.999.800,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	36.999.800,00 €
Años de concesión	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Cantidad Amortización anual	2.176.458,82 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Amortiz. Acumulado total	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	2.176.458,82 €	36.999.800,00 €
Grúas																		
Grúas total a adquirir	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Precio unitario anual	5.500.000,00 €	5.610.000,00 €	5.722.000,00 €	5.836.644,00 €	5.953.376,88 €	6.072.444,42 €	6.193.891,31 €	6.317.771,17 €	6.444.116,60 €	6.573.009,11 €	6.704.469,31 €	6.838.558,70 €	6.975.329,87 €	7.114.836,47 €	7.257.183,20 €	7.402.275,98 €	7.550.321,88 €	
Incremento coste anual grúa	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	
NI grúas adquiridas ese año	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inversión/año	16.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	16.500.000,00 €
Amortizable en años	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
Cantidad Amortización anual	970.588,24 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Total amortizar/año	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	16.500.000,00 €
Total amortiz. Acumulado	970.588,24 €	1.941.176,47 €	2.911.764,71 €	3.882.352,94 €	4.852.941,18 €	5.823.529,41 €	6.794.117,65 €	7.764.705,88 €	8.735.294,12 €	9.705.882,35 €	10.676.470,59 €	11.647.058,82 €	12.617.647,06 €	13.588.235,29 €	14.558.823,53 €	15.529.411,76 €	16.500.000,00 €	148.500.000,00 €
RTGs																		
NI RTG estables	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Precio unitario RTG	1.900.000,00 €	1.936.000,00 €	1.972.000,00 €	1.979.570,00 €	1.987.141,81 €	1.994.713,62 €	1.999.385,04 €	1.999.056,46 €	1.998.727,88 €	1.998.400,00 €	1.998.072,82 €	1.997.746,24 €	1.997.420,66 €	1.997.095,08 €	1.996.769,50 €	1.996.443,92 €	1.996.118,34 €	
Incremento coste RTG anual	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	
NI RTG adquiridos ese año	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inversión/año	7.800.000,00 €	7.956.000,00 €	8.112.000,00 €	8.268.000,00 €	8.424.000,00 €	8.580.000,00 €	8.736.000,00 €	8.892.000,00 €	9.048.000,00 €	9.204.000,00 €	9.360.000,00 €	9.516.000,00 €	9.672.000,00 €	9.828.000,00 €	9.984.000,00 €	10.140.000,00 €	10.296.000,00 €	17.506.000,00 €
Amortizable en años	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Cantidad Amortización anual	458.823,53 €	497.250,00 €	535.676,47 €	574.102,94 €	612.529,41 €	650.955,88 €	689.382,35 €	727.808,82 €	766.235,29 €	804.661,76 €	843.088,23 €	881.514,70 €	919.941,17 €	958.367,64 €	996.794,11 €	1.035.220,58 €	1.073.647,05 €	
Total amortizar/año	458.823,53 €	956.079,53 €	956.079,53 €	956.079,53 €	956.079,53 €	956.079,53 €	956.079,53 €	956.079,53 €	956.079,53 €	956.079,53 €	956.079,53 €	956.079,53 €	956.079,53 €	956.079,53 €	956.079,53 €	956.079,53 €	956.079,53 €	15.756.000,00 €
Total amortiz. Acumulado	458.823,53 €	1.414.892,99 €	2.370.972,52 €	3.327.051,99 €	4.283.131,46 €	5.239.210,93 €	6.195.290,40 €	7.151.369,87 €	8.107.449,34 €	9.063.528,81 €	10.019.608,28 €	10.975.687,75 €	11.931.767,22 €	12.887.846,69 €	13.843.926,16 €	14.799.995,63 €	15.756.000,00 €	137.826.000,00 €
TT = Plataformas																		
TT + P/LT necesarios	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Precio unitario TT + P/LT	80.000,00 €	81.600,00 €	83.200,00 €	84.800,00 €	86.400,00 €	88.000,00 €	89.600,00 €	91.200,00 €	92.800,00 €	94.400,00 €	96.000,00 €	97.600,00 €	99.200,00 €	100.800,00 €	102.400,00 €	104.000,00 €	105.600,00 €	
Incremento coste TT + P/LT anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	
NI TT + P/LT adquiridos ese año	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inversión/año	720.000,00 €	734.400,00 €	748.800,00 €	763.200,00 €	777.600,00 €	792.000,00 €	806.400,00 €	820.800,00 €	835.200,00 €	849.600,00 €	864.000,00 €	878.400,00 €	892.800,00 €	907.200,00 €	921.600,00 €	936.000,00 €	950.400,00 €	1.454.400,00 €
Amortizable en años	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
Cantidad Amortización anual	42.352,94 €	45.900,00 €	49.447,06 €	52.994,12 €	56.541,18 €	60.088,23 €	63.635,29 €	67.182,35 €	70.729,41 €	74.276,47 €	77.823,53 €	81.370,59 €	84.917,64 €	88.464,70 €	92.011,76 €	95.558,82 €	99.105,88 €	
Total amortizar/año	42.352,94 €	98.252,94 €	98.252,94 €	98.252,94 €	98.252,94 €	98.252,94 €	98.252,94 €	98.252,94 €	98.252,94 €	98.252,94 €	98.252,94 €	98.252,94 €	98.252,94 €	98.252,94 €	98.252,94 €	98.252,94 €	98.252,94 €	1.454.400,00 €
Total amortiz. Acumulado	42.352,94 €	136.605,88 €	218.858,82 €	307.111,76 €	395.364,71 €	483.617,65 €	571.870,59 €	660.123,53 €	748.376,47 €	836.629,41 €	924.882,35 €	1.013.135,29 €	1.101.388,23 €	1.189.641,18 €	1.277.894,12 €	1.366.147,06 €	1.454.400,00 €	12.722.400,00 €
TOS																		
Coste adquisición	1.500.000,00 €																	
Amortizable en años	10																	
Coste mantenimiento	0																	
Incremento coste TOS	0%																	
Cantidad Amortización anual	150.000,00 €																	
Total amortizar/año	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	1.500.000,00 €
Total amortiz. Acumulado	150.000,00 €	300.000,00 €	450.000,00 €	600.000,00 €	750.000,00 €	900.000,00 €	1.050.000,00 €	1.200.000,00 €	1.350.000,00 €	1.500.000,00 €	1.650.000,00 €	1.800.000,00 €	1.950.000,00 €	2.100.000,00 €	2.250.000,00 €	2.400.000,00 €	2.550.000,00 €	4.040.000,00 €
Reach Stacker																		
RS a disponer	10																	
Precio unitario RS	400.000,00 €	408.000,00 €	416.160,00 €	424.483,20 €	432.973,86 €	441.632,32 €	450.464,87 €	459.474,27 €	468.663,75 €	478.037,02 €	487.591,77 €	497.349,72 €	507.296,71 €	517.442,65 €	527.791,51 €	538.347,24 €	549.114,28 €	
Incremento coste RTG anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	
NI RS adquiridos ese año	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inversión/año	2.000.000,00 €	2.040.000,00 €	2.080.000,00 €	2.120.000,00 €	2.160.000,00 €	2.200.000,00 €	2.240.000,00 €	2.280.000,00 €	2.320.000,00 €	2.360.000,00 €	2.400.000,00 €	2.440.000,00 €	2.480.000,00 €	2.520.000,00 €	2.560.000,00 €	2.600.000,00 €	2.640.000,00 €	4.040.000,00 €
Amortizable en años	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Cantidad Amortización anual	117.647,06 €	127.500,00 €	137.352,94 €	147.205,88 €	157.058,82 €	166.911,76 €	176.764,70 €	186.617,64 €	196.470,59 €	206.323,53 €	216.176,47 €	226.029,41 €	235.882,35 €	245.735,29 €	255.588,23 €	265.441,18 €	275.294,12 €	
Total amortizar/año	117.647,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	245.147,06 €	4.040.000,00 €
Total amortiz. Acumulado	117.647,06 €	362.794,12 €	607.941,18 €	853.088,24 €	1.098.235,29 €	1.343.382,35 €	1.588.529,41 €	1.833.676,47 €	2.078.823,53 €	2.323.970,59 €	2.569.117,65 €	2.814.264,71 €	3.059.411,76 €	3.304.558,82 €	3.549.705,88 €	3.794.852,94 €	4.040.000,00 €	35.340.000,00 €
Total amortización/año	3.915.870,59 €	670.650,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	4.588.520,59 €
Inmovilizado acumulado anual	65.515.800,00 €	10.730.800,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	76.250.200,00 €
Inmovilizado acumulado total	65.515.800,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €														

CÁLCULO DEL MARGEN OPERATIVO BRUTO. TERMINAL CONVENCIONAL

SUPUESTOS

El precio y coste de los contenedores (/E tendrán un incremento de valor de
 Ingreso medio por stockaje del contenedor tendrá un incremento de valor de 1,33%
 Coste anual de mnto infraestructuras y obra civil 1,00%
 Coste anual de mnto infraestructuras y obra civil tendrá un incremento de 1,33%
 Costes fijos tendrán un incremento de valor anual del 2,00%
 En el año 0 y 1, se supone un 50% de la capacidad de la terminal 50%
 En el año 2, un 80% de la capacidad 80%
 En el año 3, un 100% de la capacidad 100%

TRÁFICO

	Año 1	Año 2	Año 3
Contenedores	148.521	80.000	100.000
/E llenos	74.261	37.130	59.408
/E Vacíos	74.261	37.130	59.408
Transbordo	0,00	0,00	0,00
	74.261	118.817	148.521

INGRESOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Precio contenedor "Import/Export lleno"	109,02 €	109,02 €	111,20 €	113,43 €	115,70 €	118,01 €	120,37 €	122,78 €	125,23 €	127,74 €	130,29 €	132,90 €	135,56 €	138,27 €	141,03 €	143,85 €	146,73 €	149,67 €
Tasa estimada incremento del precio	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export lleno"	37.130	37.130	59.408	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261
Tasa estimada incremento volumen ventas	60,00%	60,00%	25,00%	25,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export lleno"	4.048.087,85 €	6.606.479,38 €	8.423.261,21 €	8.591.726,43 €	8.763.560,96 €	8.938.832,18 €	9.117.608,82 €	9.299.961,00 €	9.485.960,22 €	9.675.679,42 €	9.869.193,01 €	10.066.576,87 €	10.267.908,41 €	10.473.266,58 €	10.682.731,91 €	10.896.386,55 €	11.114.314,28 €	
Precio contenedor "Import/Export Vacío"	87,75 €	87,75 €	89,50 €	91,29 €	93,12 €	94,98 €	96,88 €	98,82 €	100,80 €	102,81 €	104,87 €	106,97 €	109,10 €	111,29 €	113,51 €	115,78 €	118,10 €	120,46 €
Tasa estimada incremento del precio	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export vacío"	37.130	37.130	59.408	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261	74.261
Tasa estimada incremento volumen ventas	60,00%	60,00%	25,00%	25,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export vacío"	3.258.138,93 €	5.317.282,73 €	6.779.535,48 €	6.915.126,19 €	7.053.428,71 €	7.194.497,29 €	7.338.387,23 €	7.485.154,98 €	7.634.858,08 €	7.787.555,24 €	7.943.306,34 €	8.102.172,47 €	8.264.215,92 €	8.429.500,24 €	8.598.090,24 €	8.770.052,05 €	8.945.453,09 €	
Ingresos equi-tasas buque y mercancia por contenedor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incremento esperado sobre equivalente-tasa	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de equivalente a Tasas	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Ingreso medio derivado de estancia del contenedor	11,47 €	11,47 €	11,62 €	11,78 €	11,93 €	12,09 €	12,25 €	12,42 €	12,57 €	12,75 €	12,92 €	13,09 €	13,26 €	13,44 €	13,62 €	13,80 €	13,98 €	14,17 €
Incremento esperado sobre ese ingreso	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de estancia del contenedor	851.769,04 €	1.380.956,11 €	1.749.153,54 €	1.772.417,28 €	1.795.990,43 €	1.819.877,10 €	1.844.081,47 €	1.868.607,75 €	1.893.460,23 €	1.918.643,25 €	1.944.161,21 €	1.970.018,55 €	1.996.219,80 €	2.022.769,52 €	2.049.672,36 €	2.076.933,00 €	2.104.556,21 €	

TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS	8.157.995,82 €	13.304.718,22 €	16.951.950,22 €	17.279.269,90 €	17.612.980,10 €	17.953.206,56 €	18.300.077,52 €	18.653.723,72 €	19.014.278,53 €	19.381.877,91 €	19.756.660,56 €	20.138.767,89 €	20.528.344,13 €	20.925.536,34 €	21.330.494,51 €	21.743.371,59 €	22.164.323,57 €
------------------------------	----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

GASTOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Coste variable unitario de "/E lleno" con CANON de ACTIVIDAD	49,50 €	49,50 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €
Tasa estimada incremento del coste	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Coste variable total de "/E lleno"	1.837.949,76 €	2.999.534,02 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €
Coste variable unitario de "/E vacío" con CANON de ACTIVIDAD	49,50 €	49,50 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €	50,49 €
Tasa estimada incremento del coste	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Coste variable total de "/E vacío"	1.837.949,76 €	2.999.534,02 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €	3.749.417,52 €
Inversión Inicial Obra Civil en Euros %/Inversión inicial Obra Civil de coste mantenimiento	36.999.800,00 €																	
Coste Mantenimiento Obra Civil	369.998,00 €	374.918,97 €	379.905,40 €	384.958,14 €	390.078,08 €	395.266,12 €	400.523,16 €	405.850,12 €	411.247,92 €	416.717,52 €	422.259,86 €	427.875,92 €	433.566,67 €	439.333,11 €	445.176,24 €	451.097,08 €	457.096,67 €	
Tasa estimada incremento costes mantenim. Obra Civil	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	
Total de Costes Variables	4.045.897,53 €	6.373.987,00 €	7.878.740,43 €	7.883.793,18 €	7.888.913,12 €	7.894.101,16 €	7.899.358,20 €	7.904.685,16 €	7.910.082,96 €	7.915.552,56 €	7.921.094,90 €	7.926.710,96 €	7.932.401,71 €	7.938.168,15 €	7.944.011,28 €	7.949.932,12 €	7.955.931,71 €	
Coste de personal	4.154.961,00 €	4.154.961,00 €	4.238.060,22 €	4.322.821,42 €	4.409.277,85 €	4.497.463,41 €	4.587.412,68 €	4.679.160,93 €	4.772.744,15 €	4.868.199,03 €	4.965.563,01 €	5.064.874,27 €	5.166.171,76 €	5.269.495,19 €	5.374.885,10 €	5.482.382,80 €	5.592.030,46 €	
Coste de gastos generales	376.000,00 €	376.000,00 €	383.520,00 €	391.190,40 €	399.014,21 €	406.994,49 €	415.134,38 €	423.437,07 €	431.905,81 €	440.543,93 €	449.354,81 €	458.341,90 €	467.508,74 €	476.858,91 €	486.396,09 €	496.124,01 €	506.046,50 €	
Seguros (por contenedor)	0,55	40.843,33 €	41.660,19 €	42.489,40 €	43.343,27 €	44.210,13 €	45.094,33 €	45.996,22 €	46.916,15 €	47.854,47 €	48.811,56 €	49.787,79 €	50.783,54 €	51.799,22 €	52.835,20 €	53.891,90 €	54.969,74 €	
Coste mantenimiento TOS	50.000,00 €	50.000,00 €	51.000,00 €	52.020,00 €	53.060,40 €	54.121,61 €	55.204,04 €	56.308,12 €	57.434,28 €	58.582,97 €	59.754,63 €	60.949,71 €	62.168,72 €	63.412,09 €	64.680,33 €	65.973,94 €	67.293,42 €	
Gastos Financieros	60.000,00 €	60.000,00 €	61.200,00 €	62.424,00 €	63.672,48 €	64.945,93 €	66.244,85 €	67.569,75 €	68.921,14 €	70.299,56 €	71.705,55 €	73.139,67 €	74.602,46 €	76.094,51 €	77.616,40 €	79.168,73 €	80.752,10 €	
O.S., Servicios, administración, alquileres y otros gastos fijos	300.000,00 €	300.000,00 €	306.000,00 €	312.120,00 €	318.362,40 €	324.729,65 €	331.224,24 €	337.848,73 €	344.605,70 €	351.497,81 €	358.527,77 €	365.698,33 €	373.012,29 €	380.472,54 €	388.081,99 €	395.843,63 €	403.760,50 €	
Tasa estimada de incremento de gastos	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	
Total de costes fijos	4.940.961,55 €	4.981.804,33 €	5.081.440,41 €	5.183.069,22 €	5.286.730,61 €	5.392.465,22 €	5.500.314,52 €	5.610.320,81 €	5.722.527,23 €	5.836.977,78 €	5.953.717,33 €	6.072.791,68 €	6.194.247,51 €	6.318.132,46 €	6.444.495,11 €	6.573.385,01 €	6.704.852,71 €	

TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS	9.027.701,86 €	11.455.427,42 €	13.061.809,66 €	13.170.523,78 €	13.281.378,34 €	13.394.415,68 €	13.509.679,01 €	13.627.212,39 €	13.747.060,74 €	13.869.269,89 €	13.993.886,58 €	14.120.958,47 €	14.250.534,17 €	14.382.663,26 €	14.517.396,29 €	14.654.784,83 €	14.794.881,48 €
----------------------------	----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

MARGEN OPERATIVO BRUTO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
MARGEN OPERATIVO BRUTO	-869.706,04 €	1.849.290,80 €	3.890.140,56 €	4.108.746,11 €	4.331.601,76 €	4.558.790,88 €	4.790.398,51 €	5.026.511,34 €	5.267.217,79 €	5.512.608,02 €	5.762.773,98 €	6.017.809,42 €	6.277.809,96 €	6.542.973,08 €	6.813.098,22 €	7.088.586,76 €	7.369.442,09 €	
Porcentaje de incremento		-312,63%	110,36%	5,62%	5,42%	5,24%	5,08%	4,93%	4,79%	4,66%	4,54%	4,43%	4,32%	4,22%	4,13%	4,04%	3,96%	

CÁLCULO DEL SERVICIO DE LA DEUDA. TERMINAL CONVENCIONAL

Capital de los accionistas 10%
 Financiación con deuda 90%
 Inversión en inmovilizado y gastos amortizables 78.250.200,00 €

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Importe deuda Obra Civil		36.999.800,00 €																
Importe deuda Grúas STS		16.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) STS		17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Importe deuda Grúas RTGs		7.800.000,00 €	7.956.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) RTGs		17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Importe deuda TT+PLT		720.000,00 €	734.400,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TT+PLT		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Importe deuda TOS		1.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TOS		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Importe deuda RS		2.000.000,00 €	2.040.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) RS		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Principal a amortizar anualmente		5.915.870,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €
Importe deuda inicio de cada año		67.519.800,00 €	72.334.329,41 €	67.747.808,82 €	63.161.288,24 €	58.574.767,65 €	53.988.247,06 €	49.401.726,47 €	44.815.205,88 €	40.228.685,29 €	35.642.164,71 €	31.055.644,12 €	26.619.123,53 €	22.182.602,94 €	17.746.082,35 €	13.309.561,76 €	8.873.041,18 €	4.436.520,59 €
Importe deuda a final de año	36.999.800,00 €	61.603.929,41 €	67.747.808,82 €	63.161.288,24 €	58.574.767,65 €	53.988.247,06 €	49.401.726,47 €	44.815.205,88 €	40.228.685,29 €	35.642.164,71 €	31.055.644,12 €	26.619.123,53 €	22.182.602,94 €	17.746.082,35 €	13.309.561,76 €	8.873.041,18 €	4.436.520,59 €	0,00 €
Importe medio de la deuda en cada año		64.561.864,71 €	70.041.069,12 €	65.454.548,53 €	60.868.027,94 €	56.281.507,35 €	51.694.986,76 €	47.108.466,18 €	42.521.945,59 €	37.935.425,00 €	33.348.904,41 €	28.837.383,82 €	24.400.863,24 €	19.964.342,65 €	15.527.822,06 €	11.091.301,47 €	6.654.780,88 €	2.218.260,29 €
Tipo de interés de referencia (EURIBOR)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Margen sobre el tipo de referencia		3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
Tipo de interés de la deuda		3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Interés anual		2.259.665,26 €	2.451.437,42 €	2.290.909,20 €	2.130.380,98 €	1.969.852,76 €	1.809.334,54 €	1.648.796,32 €	1.488.268,10 €	1.327.739,88 €	1.167.211,65 €	1.009.308,43 €	854.030,21 €	698.751,99 €	543.473,77 €	388.195,55 €	232.917,33 €	77.639,11 €
Servicio a la deuda anual		8.175.535,85 €	7.037.958,01 €	6.877.429,79 €	6.716.901,57 €	6.556.373,35 €	6.395.845,13 €	6.235.316,90 €	6.074.788,68 €	5.914.260,46 €	5.753.732,24 €	5.445.829,02 €	5.290.550,80 €	5.135.272,58 €	4.979.994,36 €	4.824.716,14 €	4.669.437,92 €	4.514.159,70 €

CÁLCULO DE LA CUENTA DE RESULTADOS TERMINAL CONVENCIONAL

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Ingresos operativos	8.157.999,82 €	13.104.718,22 €	16.951.190,22 €	17.279.869,90 €	17.612.980,10 €	17.953.206,56 €	18.302.077,52 €	18.653.223,72 €	19.014.276,53 €	19.381.877,91 €	19.756.660,56 €	20.138.767,89 €	20.528.844,13 €	20.925.536,34 €	21.328.494,51 €	21.743.373,59 €	22.164.823,57 €
Gastos operativos	9.027.703,86 €	11.455.427,42 €	13.061.829,66 €	13.170.523,78 €	13.281.378,34 €	13.394.451,68 €	13.509.679,01 €	13.627.212,39 €	13.747.060,74 €	13.869.269,89 €	13.993.886,58 €	14.120.958,47 €	14.250.534,17 €	14.382.663,26 €	14.517.396,29 €	14.654.784,83 €	14.794.881,48 €
Beneficio operativo (EBITDA)	-869.706,04 €	1.849.290,80 €	3.890.140,56 €	4.108.746,11 €	4.331.601,76 €	4.558.790,88 €	4.790.398,51 €	5.026.511,34 €	5.267.217,79 €	5.512.608,02 €	5.762.773,98 €	6.017.809,42 €	6.277.809,96 €	6.542.873,08 €	6.813.098,22 €	7.088.586,76 €	7.369.442,09 €
Amortización anual	5.915.870,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.586.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €	4.436.520,59 €
Beneficio antes de intereses e impuestos (BAI)	-6.785.576,62 €	-2.737.229,79 €	-696.380,03 €	-477.774,48 €	-254.918,83 €	-27.729,71 €	203.877,92 €	439.990,75 €	680.697,20 €	926.087,43 €	1.326.253,39 €	1.581.288,83 €	1.841.289,37 €	2.106.352,49 €	2.376.577,63 €	2.652.066,17 €	2.932.921,51 €
Intereses	2.259.665,26 €	2.451.437,42 €	2.290.909,20 €	2.130.380,98 €	1.969.852,76 €	1.809.324,54 €	1.648.796,32 €	1.488.268,10 €	1.327.739,88 €	1.167.211,65 €	1.009.308,43 €	854.030,21 €	698.751,99 €	543.473,77 €	388.195,55 €	232.917,33 €	77.639,11 €
Beneficios antes de impuestos (BAI)	-9.045.241,89 €	-5.188.667,21 €	-2.987.289,22 €	-2.608.155,45 €	-2.224.771,59 €	-1.837.054,24 €	-1.444.918,40 €	-1.048.277,35 €	-647.042,68 €	-241.124,22 €	316.944,96 €	727.258,62 €	1.142.537,37 €	1.562.878,72 €	1.988.382,08 €	2.413.148,84 €	2.855.282,40 €
Impuestos (Tipo impositivo)	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Impuestos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	95.083,49 €	218.177,59 €	342.761,21 €	468.863,62 €	596.514,62 €	725.744,65 €	856.584,72 €
Beneficio neto (BN) o BDI	-9.045.241,89 €	-5.188.667,21 €	-2.987.289,22 €	-2.608.155,45 €	-2.224.771,59 €	-1.837.054,24 €	-1.444.918,40 €	-1.048.277,35 €	-647.042,68 €	-241.124,22 €	221.861,47 €	509.081,03 €	799.776,16 €	1.094.015,10 €	1.391.867,45 €	1.693.404,19 €	1.998.697,68 €
Porcentaje de incremento		-42,64%	-42,43%	-12,69%	-14,70%	-17,43%	-27,45%	-38,28%	-62,73%	-192,01%	129,46%	57,10%	27,23%	21,66%	18,03%		

CÁLCULO DEL FLUJO DE FONDOS PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Margen operativo bruto	869.706,04 €	1.849.290,80 €	3.890.140,56 €	4.108.746,11 €	4.331.601,76 €	4.558.790,88 €	4.790.398,51 €	5.026.511,34 €	5.267.217,79 €	5.512.608,02 €	5.762.773,98 €	6.017.809,42 €	6.277.809,96 €	6.542.873,08 €	6.813.098,22 €	7.088.586,76 €	7.369.442,09 €
Impuestos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	95.083,49 €	218.177,59 €	342.761,21 €	468.863,62 €	596.514,62 €	725.744,65 €	856.584,72 €
NDF (% de ingresos operativos)	-4,00%	-326.319,83 €	-532.188,73 €	-678.078,01 €	-691.170,80 €	-704.519,20 €	-718.128,26 €	-732.003,10 €	-746.148,95 €	-760.571,14 €	-775.275,12 €	-790.266,42 €	-805.550,72 €	-821.133,77 €	-837.021,45 €	-853.219,78 €	-869.734,86 €
Incremento de necesidades operativas de fondos (NOF)	-326.319,83 €	-205.868,90 €	-145.889,28 €	-13.092,79 €	-13.348,41 €	-13.609,06 €	-13.874,84 €	-14.145,85 €	-14.422,19 €	-14.703,88 €	-14.991,31 €	-15.284,29 €	-15.583,05 €	-15.887,69 €	-16.198,33 €	-16.515,08 €	-16.838,08 €
Flujo de caja disponible para el servicio de la deuda (FCD)	-543.386,20 €	2.055.159,69 €	4.036.029,84 €	4.121.838,90 €	4.344.950,17 €	4.572.399,94 €	4.804.273,34 €	5.040.657,18 €	5.281.639,98 €	5.527.312,00 €	5.682.681,80 €	5.814.916,13 €	5.950.631,79 €	6.089.897,15 €	6.232.781,92 €	6.379.357,19 €	6.529.695,45 €

CÁLCULO DEL BALANCE TERMINAL CONVENCIONAL

Capital de los accionistas	10%	7.825.020,00 €	Caja necesaria (4% ingresos operativos)	4,00%	Stock (0% ingresos operativos)	0%
Financiación con deuda	90%	70.425.180,00 €	Cientes (8% ingresos operativos)	8,00%		
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables	78.250.200		Proveedores (12% ingresos operativos)	12%		

BALANCE ANTES DEL REPARTO DE DIVIDENDOS

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Caja necesaria	0,00 €	326.319,83 €	532.188,73 €	678.078,01 €	691.170,80 €	704.519,20 €	718.128,26 €	732.003,10 €	746.148,95 €	760.571,14 €	775.275,12 €	790.266,42 €	805.550,72 €	821.133,77 €	837.021,45 €	853.219,78 €	869.734,86 €	886.572,94 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	-33.425.380,00 €	-1.220.221,89 €	-6.408.889,10 €	-9.396.178,32 €	-12.004.333,78 €	-14.229.105,36 €	-16.066.159,61 €	-17.511.078,01 €	-18.559.355,35 €	-19.206.398,03 €	-19.447.522,25 €	-19.225.660,78 €	-18.716.579,74 €	-17.916.803,58 €	-16.822.788,48 €	-15.430.931,02 €	-13.737.516,83 €	-11.738.119,16 €
Cientes	0,00 €	652.639,67 €	1.064.377,46 €	1.356.150,00 €	1.382.341,59 €	1.409.038,41 €	1.436.256,53 €	1.464.006,20 €	1.492.297,90 €	1.521.142,28 €	1.550.550,23 €	1.580.532,84 €	1.611.101,43 €	1.642.267,53 €	1.674.042,91 €	1.706.439,56 €	1.739.460,73 €	1.773.145,89 €
Stock	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado neto	76.250.200,00 €	61.603.929,41 €	67.747.808,82 €	63.161.288,24 €	58.574.767,65 €	53.988.247,06 €	49.401.726,47 €	44.815.205,88 €	40.228.685,29 €	35.642.164,71 €	31.055.644,12 €	26.469.123,53 €	21.882.602,94 €	17.296.082,35 €	12.709.561,76 €	8.123.041,18 €	3.535.520,59 €	0,00 €
Gasto amortizables netos	2.000.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total Activo	44.824.820,00 €	61.362.667,02 €	62.935.485,91 €	55.799.343,94 €	48.643.946,26 €	41.872.699,31 €	35.489.951,65 €	29.500.137,18 €	23.907.776,79 €	18.717.480,10 €	13.933.947,22 €	9.764.262,02 €	5.882.675,34 €	2.292.680,07 €	-1.002.162,35 €	-3.998.220,51 €	-6.691.791,66 €	-9.079.100,33 €
Proveedores	0,00 €	978.959,50 €	1.596.566,19 €	2.034.234,03 €	2.073.512,39 €	2.113.557,61 €	2.154.384,79 €	2.196.009,01 €	2.238.446,85 €	2.281.713,42 €	2.325.825,35 €	2.370.799,27 €	2.416.652,15 €	2.463.401,30 €	2.511.044,36 €	2.559.659,34 €	2.609.204,59 €	2.659.718,83 €
Deuda principal	36.999.900,00 €	61.603.929,41 €	67.747.808,82 €	63.161.288,24 €	58.574.767,65 €	53.988.247,06 €	49.401.726,47 €	44.815.205,88 €	40.228.685,29 €	35.642.164,71 €	31.055.644,12 €	26.469.123,53 €	21.882.602,94 €	17.296.082,35 €	12.709.561,76 €	8.123.041,18 €	3.535.520,59 €	0,00 €
Beneficios del año	0,00 €	-9.045.241,89 €	-5.188.667,21 €	-2.987.289,22 €	-2.608.155,45 €	-2.224.771,59 €	-1.837.054,24 €	-1.444.918,40 €	-1.048.277,35 €	-647.042,68 €	-241.124,22 €	221.861,47 €	509.081,03 €	799.776,16 €	1.094.015,10 €	1.391.867,45 €	1.691.404,19 €	1.998.697,68 €
Reservas acumuladas	0,00 €	-9.045.241,89 €	-5.188.667,21 €	-2.987.289,22 €	-2.608.155,45 €	-2.224.771,59 €	-1.837.054,24 €	-1.444.918,40 €	-1.048.277,35 €	-647.042,68 €	-241.124,22 €	221.861,47 €	509.081,03 €	799.776,16 €	1.094.015,10 €	1.391.867,45 €	1.691.404,19 €	1.998.697,68 €
Capital	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €
Total Pasivo	44.824.820,00 €	61.362.667,02 €	62.935.485,91 €	55.799.343,94 €	48.643.946,26 €	41.872.699,31 €	35.489.951,65 €	29.500.137,18 €	23.907.776,79 €	18.717.480,10 €	13.933.947,22 €	9.764.262,02 €	5.882.675,34 €	2.292.680,07 €	-1.002.162,35 €	-3.998.220,51 €	-6.691.791,66 €	-9.079.100,33 €

CÁLCULO DE LOS DIVIDENDOS DISTRIBUIBLES

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Flujo de caja para el servicio de la deuda (FCD)	0,00 €	-543.386,20 €	2.055.159,69 €	4.036.029,84 €	4.121.838,90 €	4.344.950,17 €	4.572.399,94 €	4.804.273,34 €	5.040.657,18 €	5.281.713,42 €	5.527.312,00 €	5.882.681,80 €	5.814.916,13 €	5.950.631,79 €	6.089.897,15 €	6.232.781,92 €	6.379.357,19 €	6.527.695,45 €
Servicio de la deuda anual(SD)	0,00 €	8.175.535,85 €	7.037.958,01 €	6.877.412,79 €	6.716.901,57 €	6.556.373,35 €	6.395.845,13 €	6.235.316,90 €	6.074.788,68 €	5.914.260,46 €	5.753.732,24 €	5.645.829,02 €	5.290.550,80 €	5.135.272,58 €	4.979.994,36 €	4.824.716,14 €	4.669.437,92 €	4.514.159,70 €
Flujo de caja disponible para dividendos (FCD=FCSD-SD)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	236.852,78 €	524.365,33 €	815.359,21 €	1.109.902,79 €	1.408.065,78 €	1.709.919,27 €
FCDiv acumuladas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	236.852,78 €	524.365,33 €	815.359,21 €	1.109.902,79 €	1.408.065,78 €	1.709.919,27 €
Beneficios del año	0	-8.718.922,06 €	-4.982.798,31 €	-2.841.399,94 €	-2.595.062,67 €	-2.211.423,18 €	-1.823.445,18 €	-1.431.043,56 €	-1.034.131,50 €	-632.620,48 €	-226.420,25 €	236.852,78 €	524.365,33 €	815.359,21 €	1.109.902,79 €	1.408.065,78 €	1.709.919,27 €	2.015.535,76 €
Beneficios acumulados como límite al reparto de dividendos	0	-8.718.922,06 €	-13.701.720,37 €	-16.543.120,31 €	-19.138.182,98 €	-21.349.606,16 €	-23.173.051,35 €	-24.604.094,91 €	-25.638.226,40 €	-26.270.846,89 €	-26.497.267,13 €	-26.260.414,36 €	-25.736.049,03 €	-24.920.689,82 €	-23.810.787,02 €	-22.402.772,24 €	-20.692.801,97 €	-18.677.266,21 €
Dividendos repartibles anualmente	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	236.852,78 €	761.218,10 €	1.576.577,32 €	2.686.480,11 €	4.094.545,89 €	5.804.465,16 €
Dividendos repartibles acumulados	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

CÁLCULO DEL BALANCE TRAS EL REPARTO DEL TOTAL DE LOS DIVIDENDOS REPARTIBLES

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Caja necesaria	0,00 €	326.319,83 €	532.188,73 €	678.078,01 €	691.170,80 €	704.519,20 €	718.128,26 €	732.003,10 €	746.148,95 €	760.571,14 €	775.275,12 €	790.266,42 €	805.550,72 €	821.133,77 €	837.021,45 €	853.219,78 €	869.734,86 €	886.572,94 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	-33.425.380	-893.902	-5.876.700	-8.718.100	-11.313.163	-13.524.586	-15.348.031	-16.779.075	-17.813.206	-18.458.827	-18.672.247	-18.485.394	-17.911.029	-17.095.670	-15.985.767	-14.577.701	-12.867.782	-10.852.246
Cientes	0,00 €	652.639,67 €	1.064.377,46 €	1.356.150,00 €	1.382.341,59 €	1.409.038,41 €	1.436.256,53 €	1.464.006,20 €	1.492.297,90 €	1.521.142,28 €	1.550.550,23 €	1.580.532,84 €	1.611.101,43 €	1.642.267,53 €	1.674.042,91 €	1.706.439,56 €	1.739.460,73 €	1.773.145,89 €
Stock	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inmovilizado neto	76.250.200	61.603.929	67.747.809	63.161.288	58.574.768	53.988.247	49.401.726	44.815.206	40.228.685	35.642.165	31.055.644	26.469.124	21.882.603	17.296.082	12.709.562	8.123.041	3.535.521	0
Gasto amortizables netos	2.000.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Activo	44.824.820,00 €	61.688.986,86 €	63.467.674,64 €	56.477.421,95 €	49.335.117,05 €	42.577.218,51 €	36.208.079,91 €	30.232.140,28 €	24.653.925,74 €	19.478.051,24 €	14.709.222,33 €	10.554.528,44 €	6.688.226,06 €	3.113.813,83 €	-165.140,90 €	-3.145.000,73 €	-5.822.056,79 €	-8.192.527,39 €
Proveedores	0,00 €	978.959,50 €	1.596.566,19 €	2.034.234,03 €	2.073.512,39 €	2.113.557,61 €	2.154.384,79 €	2.196.009,01 €	2.238.446,85 €	2.281.713,42 €	2.325.825,35 €	2.370.799,27 €	2.416.652,15 €	2.463.401,30 €	2.511.044,36 €	2.559.659,34 €	2.609.204,59 €	2.659.718,83 €
Deuda principal	36.999.900,00 €	61.603.929,41 €	67.747.808,82 €	63.161.288,24 €	58.574.767,65 €	53.988.247,06 €	49.401.726,47 €	44.815.205,88 €	40.228.685,29 €	35.642.164,71 €	31.055.644,12 €	26.469.123,53 €	21.882.602,94 €	17.296.082,35 €	12.709.561,76 €	8.123.041,18 €	3.535.520,59 €	0,00 €
Reservas (Beneficios no distribuidos)	0,00 €	-8.718.922,06 €	-13.701.720,37 €	-16.543.120,31 €	-19.138.182,98 €	-21.349.606,16 €	-23.173.051,35 €	-24.604.094,91 €	-25.638.226,40 €	-26.270.846,89 €	-26.497.267,13 €	-26.260.414,36 €	-25.736.049,03 €	-24.920.689,82 €	-23.810.787,02 €	-22.402.772,24 €	-20.692.801,97 €	-18.677.266,21 €
Capital	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €	7.825.020,00 €
Total Pasivo	44.824.820,00 €	61.688.986,86 €	63.467.674,64 €	56.477.421,95 €	49.335.117,05 €	42.577.218,51 €	36.208.079,91 €	30.232.140,28 €	24.653.925,74 €	19.478.051,24 €	14.709.222,33 €	10.554.528,44 €	6.688.226,06 €	3.113.813,83 €	-165.140,90 €	-3.145.000,73 €	-5.822.056,79 €	-8.192.527,39 €

COSTE POR CONTENEDOR EN LA TERMINAL AUTOMATIZADA

Capacidad almacenamiento (cont/año)	148.358	Transbordo	0%
Capacidad almacenamiento (TEUS/año)	270.309	I/E	100%
Máximo número de turnos diarios	3,00	Ratio cont/TEU	1,82
Máximo número de horas por turno	6		
Número de festivos aplicables anuales	14		
Otros días no productivos (domingos)	53		
Total días laborables al año	299		
Máximo número de horas de trabajo al año	1680	8640	
Sueldo/año estibador	80.000		
Superficie patio (m2)	150.000,00 €		
Años concesión	17,00		

SUBSISTEMA CARGA/DESCARGA + ALMACENAMIENTO + RECEPCIÓN Y ENTREGA								
COSTES DIRECTOS								
PERSONAL								
Personal	Mano media	Salario	Jornadas necesarias al año	Coste total				
Capataz	0,50	267,56 €		132.314,97 €				
Clasificador	1,00	267,56 €		264.629,94 €				
Estibadores+trincad.	1,75	267,56 €		463.102,40 €				
Gruista+sobordist.	1,50	267,56 €	989	396.944,92 €				
Conductor Straddle Carrier	0,00	267,56 €		0,00 €				
Conductor Shuttle Carrier	0,00	267,56 €		0,00 €				
Conductor RS	1,00	267,56 €		264.629,94 €				
Gruista ASC	0,00	267,56 €		0,00 €				
Total	6			1.521.622,18 €				
				Coste/contenedor		10,26 €		
EQUIPOS								
Equipo	Coste unitario	Vida útil (Años)	Uds a adquirir	Consumo (€)	Valor amortizable (€)	Amortiz./año (€)	Mantenimiento (€/TEU)	
Grúa STS	5.500.000,00 €	17	3	186.931,28 €	17.060.793,85 €	1.003.576,11 €	1,20 €	
Reach Stacker	400.000,00 €	15	3	62.310,43 €	1.386.931,28 €	92.462,09 €	0,60 €	
Grúas ASC	2.000.000,00 €	17	12	106.817,88 €	25.281.814,52 €	1.623.529,41 €	1,10 €	
Shuttle Carrier	550.000,00 €	15	10	106.817,88 €	6.568.178,77 €	437.878,58 €	0,80 €	
Straddle Carrier	550.000,00 €	15	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,80 €	
TOS	3.000.000,00 €	15	1	0,00 €	3.000.000,00 €	200.000,00 €		
Total				462.877,47 €	53.297.718,43 €	3.357.446,19 €	4,50 €	
				Amortización al año equipos	3.357.446,19 €	Coste equipo/cont.		19,60 €
				Consumo equipos	462.877,47 €	Coste consumo/cont.		2,60 €
	Mantenimiento (€/cont)	2,47 €	Mantenimiento equipos	366.416,98 €	Coste mnto/cont.		2,47 €	
COSTES INDIRECTOS								
		Total	Coste/contenedor	Total CI/contenedor				
Personal indirecto		3.227.193,00 €	17,90					
Gastos generales		431.000,00 €	2,80					
Sistema hardware y software (anual)		150.000,00 €	1,01					
Gastos financieros		60.000,00 €	0,40	32,25				
Tasa netas + O.S		405.000,00 €	2,73					
Seguros		700.000,00 €	4,30					
Seguridad		500.000,00 €	3,10					
			COSTE TOTAL POR CONTENEDOR (€/cont)	67,17 €				

DISTRIBUCIÓN ANUAL DE INVERSIONES. TERMINAL AUTOMATIZADA

Incineración:	
Precio y coste de los contenedores (V) tendrán un incremento de valor	2%
Precio y coste de los contenedores (V) tendrán un incremento de valor	1,33%
Impuesto medio por kilovatio del contenedor tendrá un incremento de valor	1,33%
Coste anual de mima infraestructura y obra civil	1,50%
Coste anual de mima infraestructura y obra civil tendrá un incremento	1,33%
Costes fijos tendrán un incremento de valor anual del	2,00%
En año 1, L se supone un 50% de la capacidad de la terminal	50,00%
En año 2, un 80% de la capacidad	80,00%
En año 3 un 100% de la capacidad	100,00%

DISTRIBUCIÓN ANUAL DE INVERSIONES																			
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17		
Tráfico de contenedores																			
Tráfico Civil Total	47.137.300,00 €																47.137.300,00 €		
Clase Civil generalizada	47.137.300,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		
Año de concepción	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
Cantidad Amortización anual	2.772.762,35 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		
Amortización Acumulada total																			
	2.772.762,35 €	2.772.762,35 €	2.772.762,35 €	2.772.762,35 €	2.772.762,35 €	2.772.762,35 €	2.772.762,35 €	2.772.762,35 €	2.772.762,35 €	2.772.762,35 €	2.772.762,35 €	2.772.762,35 €	2.772.762,35 €	2.772.762,35 €	2.772.762,35 €	2.772.762,35 €	2.772.762,35 €	47.137.300,00 €	
Grúas																			
Costes considerados Óptimos	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Precio unitario grúa	5.500.000,00 €	5.610.000,00 €	5.722.000,00 €	5.836.644,00 €	5.953.376,88 €	6.072.444,42 €	6.193.893,31 €	6.317.771,17 €	6.444.126,60 €	6.573.009,13 €	6.704.469,31 €	6.838.556,70 €	6.975.329,87 €	7.114.836,47 €	7.257.133,20 €	7.402.275,86 €	7.550.321,38 €	7.702.276,36 €	
Incremento coste anual grúa	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	
Nº grúas adquiridas ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inversión/año	16.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	16.500.000,00 €	
Amortizable en años	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
Cantidad Amortización anual	970.588,24 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	970.588,24 €	
Total amortización/año																			
	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	970.588,24 €	16.500.000,00 €
Total amort. Acumulada																			
	970.588,24 €	1.941.176,47 €	2.911.764,71 €	3.882.352,95 €	4.852.941,19 €	5.823.529,43 €	6.794.117,67 €	7.764.705,91 €	8.735.294,15 €	9.705.882,39 €	10.676.470,63 €	11.647.058,87 €	12.617.647,11 €	13.588.235,35 €	14.558.823,59 €	15.529.411,83 €	16.500.000,00 €	168.500.000,00 €	
ASC																			
Nº ASC instaladas	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Precio unitario ASC	2.000.000,00 €	2.040.000,00 €	2.080.000,00 €	2.122.416,00 €	2.164.864,32 €	2.208.345,61 €	2.252.834,24 €	2.297.371,14 €	2.343.118,78 €	2.390.151,14 €	2.437.988,84 €	2.486.746,62 €	2.536.483,59 €	2.587.213,26 €	2.638.951,53 €	2.691.736,68 €	2.745.571,41 €	2.800.463,00 €	
Incremento coste ASC anual	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	
Nº ASC adquiridas ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inversión/año	12.000.000,00 €	12.240.000,00 €	12.480.000,00 €	12.724.160,00 €	12.972.377,61 €	13.224.744,96 €	13.481.367,94 €	13.743.252,35 €	14.010.426,92 €	14.282.910,59 €	14.560.733,20 €	14.844.026,62 €	15.132.831,25 €	15.426.189,56 €	15.725.255,27 €	16.029.100,00 €	16.336.810,00 €	16.649.430,00 €	24.240.000,00 €
Amortizable en años	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
Cantidad Amortización anual	705.882,35 €	705.000,00 €	704.117,65 €	703.235,30 €	702.352,95 €	701.470,60 €	700.588,25 €	699.705,90 €	698.823,55 €	697.941,20 €	697.058,85 €	696.176,50 €	695.294,15 €	694.411,80 €	693.529,45 €	692.647,10 €	691.764,75 €	690.882,40 €	
Total amortización/año																			
	705.882,35 €	1.409.882,35 €	2.114.882,35 €	2.819.882,35 €	3.524.882,35 €	4.229.882,35 €	4.934.882,35 €	5.639.882,35 €	6.344.882,35 €	7.049.882,35 €	7.754.882,35 €	8.459.882,35 €	9.164.882,35 €	9.869.882,35 €	10.574.882,35 €	11.279.882,35 €	11.984.882,35 €	12.689.882,35 €	24.240.000,00 €
Total amort. Acumulada																			
	705.882,35 €	1.415.764,71 €	2.124.647,06 €	2.833.529,41 €	3.542.411,76 €	4.251.294,11 €	4.960.176,46 €	5.669.058,81 €	6.377.941,16 €	7.086.823,51 €	7.795.705,86 €	8.504.588,21 €	9.213.470,56 €	9.922.352,91 €	10.631.235,26 €	11.340.117,61 €	12.049.000,00 €	12.757.882,40 €	168.500.000,00 €
Shuttle Carrier																			
Shuttle Carrier óptimos a disponer	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Precio unitario Shuttle Carrier	510.000,00 €	561.000,00 €	572.200,00 €	583.644,44 €	595.337,68 €	607.244,44 €	619.389,18 €	631.777,12 €	644.412,66 €	657.300,32 €	670.446,83 €	683.853,97 €	697.532,94 €	711.483,40 €	725.713,12 €	740.227,58 €	755.021,34 €	755.021,34 €	
Incremento coste Shuttle Carrier anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	
Nº Shuttle Carrier adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inversión/año	2.750.000,00 €	2.805.000,00 €	2.860.400,00 €	2.917.200,00 €	2.975.440,00 €	3.035.160,00 €	3.096.400,00 €	3.159.100,00 €	3.223.300,00 €	3.289.040,00 €	3.356.360,00 €	3.425.200,00 €	3.495.600,00 €	3.567.600,00 €	3.641.240,00 €	3.716.580,00 €	3.793.680,00 €	3.872.500,00 €	5.555.000,00 €
Amortizable en años	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	
Cantidad Amortización anual	161.764,75 €	175.312,50 €	189.860,25 €	204.408,00 €	218.955,75 €	233.503,50 €	248.051,25 €	262.599,00 €	277.146,75 €	291.694,50 €	306.242,25 €	320.790,00 €	335.337,75 €	349.885,50 €	364.433,25 €	378.981,00 €	393.528,75 €	393.528,75 €	
Total amortización/año																			
	161.764,75 €	337.077,25 €	512.390,00 €	687.702,75 €	863.015,50 €	1.038.328,25 €	1.213.641,00 €	1.388.953,75 €	1.564.266,50 €	1.739.579,25 €	1.914.892,00 €	2.090.204,75 €	2.265.517,50 €	2.440.830,25 €	2.616.143,00 €	2.791.455,75 €	2.966.768,50 €	3.142.081,25 €	5.555.000,00 €
Total amort. Acumulada																			
	161.764,75 €	498.841,00 €	688.231,00 €	892.621,00 €	1.107.011,00 €	1.321.401,00 €	1.535.791,00 €	1.750.181,00 €	1.964.571,00 €	2.178.961,00 €	2.393.351,00 €	2.607.741,00 €	2.822.131,00 €	3.036.521,00 €	3.250.911,00 €	3.465.301,00 €	3.679.691,00 €	3.894.081,00 €	48.500.000,00 €
Straddle Carrier																			
Straddle Carrier óptimos a disponer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Precio unitario Straddle Carrier	510.000,00 €	561.000,00 €	572.200,00 €	583.644,44 €	595.337,68 €	607.244,44 €	619.389,18 €	631.777,12 €	644.412,66 €	657.300,32 €	670.446,83 €	683.853,97 €	697.532,94 €	711.483,40 €	725.713,12 €	740.227,58 €	755.021,34 €	755.021,34 €	
Incremento coste Straddle Carrier anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	
Nº Straddle Carrier adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Amortizable en años	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Total amortización/año																			
	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amort. Acumulada																			
	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
TGS																			
Coste edificación	3.000.000,00 €																		3.000.000,00 €
Amortizable en años	17																		17
Coste mantenimiento	0																		0
Incendio en años	0																		0
Cantidad Amortización anual	176.470,59 €																		176.470,59 €
Total amortización/año																			
	176.470,59 €	176.470,59 €	176.470,59 €	176.470,59 €															

CÁLCULO DEL SERVICIO DE LA DEUDA TERMINAL AUTOMATIZADA

Capital de los accionistas 10%
 Financiación con deuda 90%
 Inversión en inmovilizado y gastos amortizables 99.440.300,00 €

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Importe deuda Obra Civil		36.999.800,00 €																
Importe deuda Grúas STS	16.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) STS	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Importe deuda Grúas ASE	12.000.000,00 €	12.240.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) RTGs	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Importe deuda Shuttle Carrier	2.750.000,00 €	2.805.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TT+PLT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Importe deuda Straddle Carrier	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TT+PLT	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Importe deuda Grúas TOS	3.000.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TOS	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Importe deuda RS	600.000,00 €	408.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) RS	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Principal a amortizar anualmente	6.822.782,35 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €
Importe deuda inicio de cada año	73.849.800,00 €	82.480.017,65 €	76.691.422,79 €	70.902.827,94 €	65.114.233,09 €	59.325.638,24 €	53.537.043,38 €	47.748.448,53 €	41.959.853,68 €	36.171.258,82 €	30.382.663,97 €	24.594.069,12 €	18.805.474,26 €	13.016.879,41 €	7.228.284,56 €	1.439.689,71 €	-4.348.905,15 €	-10.137.500,00 €
Importe deuda a final de año	67.027.017,65 €	76.691.422,79 €	70.902.827,94 €	65.114.233,09 €	59.325.638,24 €	53.537.043,38 €	47.748.448,53 €	41.959.853,68 €	36.171.258,82 €	30.382.663,97 €	24.594.069,12 €	18.805.474,26 €	13.016.879,41 €	7.228.284,56 €	1.439.689,71 €	-4.348.905,15 €	-10.137.500,00 €	
Importe medio de la deuda en cada año	70.438.408,82 €	79.585.720,22 €	73.797.125,37 €	68.008.530,51 €	62.219.935,66 €	56.431.340,81 €	50.642.745,96 €	44.854.151,10 €	39.065.556,25 €	33.276.961,40 €	27.488.366,54 €	21.699.771,69 €	15.911.176,84 €	10.122.581,99 €	4.333.987,13 €	-1.454.607,72 €	-7.243.202,57 €	
Tipo de interés de referencia (EURIBOR)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Margen sobre el tipo de referencia	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
Tipo de interés de la deuda	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Interés anual	2.465.344,31 €	2.785.590,21 €	2.582.899,39 €	2.380.298,57 €	2.177.897,75 €	1.975.096,93 €	1.772.496,11 €	1.569.895,29 €	1.367.294,47 €	1.164.693,65 €	962.092,83 €	759.492,01 €	556.891,19 €	354.291,37 €	151.689,55 €	-50.911,27 €	-253.532,09 €	
Servicio a la deuda anual	9.288.126,66 €	8.574.095,06 €	8.371.494,24 €	8.168.893,42 €	7.966.292,60 €	7.763.691,78 €	7.561.090,96 €	7.358.490,14 €	7.155.889,32 €	6.953.288,50 €	6.750.687,68 €	6.548.086,86 €	6.345.486,04 €	6.142.885,22 €	5.940.284,40 €	5.737.683,58 €	5.535.082,76 €	

CÁLCULO DE LA CUENTA DE RESULTADOS TERMINAL AUTOMATIZADA

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Ingresos operativos	8.349.040,83 €	13.281.113,70 €	16.933.342,15 €	17.265.302,53 €	17.593.646,42 €	17.918.499,42 €	18.279.989,63 €	18.633.247,63 €	18.999.486,65 €	19.360.402,53 €	19.734.973,78 €	20.116.461,67 €	20.505.811,27 €	20.902.566,48 €	21.307.080,13 €	21.719.504,02 €	22.139.993,91 €	22.570.504,02 €
Gastos operativos	7.970.064,98 €	10.078.404,78 €	11.474.058,45 €	11.570.157,27 €	11.668.134,74 €	11.768.028,06 €	11.869.874,96 €	11.973.715,93 €	12.079.584,20 €	12.187.525,81 €	12.297.579,56 €	12.409.787,68 €	12.524.190,82 €	12.640.834,05 €	12.759.760,93 €	12.881.016,47 €	13.004.646,58 €	13.004.646,58 €
Beneficio operativo (EBITDA)	178.975,85 €	3.211.708,92 €	5.459.283,51 €	5.695.145,26 €	5.925.511,68 €	6.165.471,36 €	6.410.114,66 €	6.659.533,70 €	6.913.822,45 €	7.173.076,71 €	7.437.394,21 €	7.706.874,59 €	7.981.619,45 €	8.261.732,43 €	8.547.319,20 €	8.838.487,54 €	9.135.347,33 €	9.135.347,33 €
Amortización anual	6.822.782,35 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €	5.788.594,85 €
Beneficio antes de intereses e impuestos (BAI)	-6.643.806,50 €	-2.576.885,93 €	-329.311,35 €	-88.449,60 €	136.916,82 €	376.876,51 €	621.519,80 €	870.938,85 €	1.125.227,59 €	1.384.481,86 €	1.648.799,36 €	1.918.279,73 €	2.193.024,60 €	2.473.137,58 €	2.758.724,35 €	3.049.892,68 €	3.346.752,48 €	3.346.752,48 €
Intereses	2.465.344,31 €	2.785.500,21 €	2.582.899,39 €	2.380.298,57 €	2.177.697,75 €	1.975.096,93 €	1.772.496,11 €	1.569.895,29 €	1.367.294,47 €	1.164.693,65 €	962.092,83 €	759.492,01 €	556.891,19 €	354.290,37 €	151.689,55 €	-50.911,27 €	-253.512,09 €	-253.512,09 €
Beneficios antes de impuestos (BAI)	-9.109.150,81 €	-5.362.386,14 €	-2.912.210,73 €	-2.478.748,16 €	-2.040.780,59 €	-1.598.220,42 €	-1.150.976,31 €	-698.956,44 €	-242.066,88 €	219.789,21 €	686.706,53 €	1.158.787,72 €	1.636.133,41 €	2.118.847,21 €	2.607.098,89 €	3.100.803,96 €	3.600.264,57 €	3.600.264,57 €
Impuestos (Tipo impositivo)	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Impuestos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	65.936,46 €	206.011,96 €	347.636,32 €	490.840,02 €	635.654,16 €	782.110,44 €	930.241,19 €	1.080.079,37 €	1.080.079,37 €
Beneficio neto (BN) o BDI	-9.109.150,81 €	-5.362.386,14 €	-2.912.210,73 €	-2.478.748,16 €	-2.040.780,59 €	-1.598.220,42 €	-1.150.976,31 €	-698.956,44 €	-242.066,88 €	153.851,75 €	480.694,57 €	811.151,41 €	1.145.293,39 €	1.483.193,05 €	1.824.924,36 €	2.170.562,77 €	2.520.185,20 €	2.520.185,20 €
Porcentaje de incremento		-41,13%	-45,69%	-14,88%	-17,67%	-21,69%	-27,58%	-39,27%	-65,37%	-163,56%	212,44%	68,75%	41,19%	29,50%	23,04%	18,94%	16,11%	16,11%

CÁLCULO DEL FLUJO DE FONDOS PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Margen operativo bruto	178.975,85 €	3.211.708,92 €	5.459.283,51 €	5.695.145,26 €	5.925.511,68 €	6.165.471,36 €	6.410.114,66 €	6.659.533,70 €	6.913.822,45 €	7.173.076,71 €	7.437.394,21 €	7.706.874,59 €	7.981.619,45 €	8.261.732,43 €	8.547.319,20 €	8.838.487,54 €	9.135.347,33 €	9.135.347,33 €
Impuestos NDF (% de ingresos coactivos)	-1,00%	-325.963,63 €	-513.604,55 €	-677.333,69 €	-690.412,10 €	-703.745,86 €	-717.339,98 €	-731.199,58 €	-745.329,91 €	-759.736,27 €	-774.424,10 €	-789.398,95 €	-804.666,47 €	-820.232,41 €	-836.102,66 €	-852.283,21 €	-868.780,16 €	-885.599,76 €
Incremento de necesidades operativas de fondos (NDF)	-325.963,63 €	-205.642,91 €	-145.729,14 €	-13.078,42 €	-13.333,76 €	-13.594,12 €	-13.859,61 €	-14.130,32 €	-14.406,36 €	-14.687,83 €	-14.974,85 €	-15.267,52 €	-15.565,94 €	-15.870,25 €	-16.180,55 €	-16.496,95 €	-16.819,60 €	-16.819,60 €
Flujo de caja disponible para el servicio de la deuda (FCD)	504.937,48 €	3.417.351,83 €	5.605.012,64 €	5.703.223,67 €	5.938.845,43 €	6.179.065,48 €	6.423.974,26 €	6.673.664,02 €	6.928.228,81 €	7.121.828,08 €	7.246.357,10 €	7.374.505,78 €	7.506.345,37 €	7.641.948,52 €	7.781.389,31 €	7.924.743,31 €	8.072.087,56 €	8.072.087,56 €

CÁLCULO DEL BALANCE TERMINAL AUTOMATIZADA

Capital de los accionistas	10%	9.944.030,00 €	Caja necesaria (4% ingresos operativos)	4,00%	Stock (0% ingresos operativos)	0%
Financiación con deuda	90%	89.496.370,00 €	Cientes (8% ingresos operativos)	8,00%		
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables	99.440.300		Proveedores (12% ingresos operativos)	12%		

BALANCE ANTES DEL REPARTO DE DIVIDENDOS

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Caja necesaria	0,00 €	325.961,63 €	532.604,55 €	677.333,69 €	690.412,10 €	701.745,86 €	717.339,98 €	731.199,58 €	745.329,91 €	759.796,27 €	774.424,10 €	789.398,95 €	804.666,47 €	820.232,41 €	836.102,66 €	852.284,21 €	868.780,16 €	885.599,76 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	-42.358.970,00 €	-9.302.820,81 €	-14.665.006,95 €	-17.577.217,69 €	-20.055.965,85 €	-22.096.746,78 €	-23.694.967,20 €	-24.845.943,50 €	-25.544.899,95 €	-25.786.966,82 €	-25.633.115,08 €	-25.152.420,50 €	-24.341.269,10 €	-23.195.975,71 €	-21.712.782,67 €	-19.887.858,30 €	-17.717.295,53 €	-15.197.110,34 €
Cientes	0,00 €	651.923,27 €	1.063.209,30 €	1.354.667,37 €	1.380.834,20 €	1.407.491,71 €	1.434.679,95 €	1.462.399,17 €	1.490.659,81 €	1.519.472,53 €	1.548.848,20 €	1.578.797,90 €	1.609.332,93 €	1.640.464,82 €	1.672.205,32 €	1.704.566,41 €	1.737.560,32 €	1.771.199,51 €
Stock	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado neto	97.440.300,00 €	77.164.517,65 €	86.828.922,79 €	81.040.327,94 €	75.251.733,09 €	69.463.138,24 €	63.674.543,38 €	57.885.948,53 €	52.097.353,68 €	46.308.759,82 €	40.520.163,97 €	34.731.569,12 €	28.942.974,26 €	23.154.379,41 €	17.365.784,56 €	11.577.189,71 €	5.788.594,85 €	0,00 €
Gasto amortizables netos	2.000.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total Activo	57.081.330,00 €	68.839.781,74 €	73.758.729,49 €	65.495.111,31 €	57.267.003,54 €	49.477.629,03 €	42.131.596,12 €	35.233.603,78 €	28.788.443,44 €	22.801.000,80 €	17.210.321,20 €	11.947.345,47 €	7.015.704,57 €	2.419.100,93 €	-1.838.690,13 €	-5.753.818,98 €	-9.322.360,20 €	-12.540.311,07 €
Proveedores	0,00 €	977.884,90 €	1.594.811,64 €	2.032.801,06 €	2.071.236,30 €	2.112.337,57 €	2.152.039,81 €	2.193.598,75 €	2.235.989,72 €	2.279.208,80 €	2.323.272,30 €	2.368.196,85 €	2.413.999,40 €	2.460.697,23 €	2.508.307,98 €	2.556.849,62 €	2.606.340,48 €	2.656.799,27 €
Deuda principal	47.137.300,00 €	47.027.017,65 €	76.691.422,79 €	70.902.827,94 €	65.114.233,09 €	59.325.638,24 €	53.537.043,38 €	47.748.448,53 €	41.959.853,68 €	36.171.258,82 €	30.382.663,97 €	24.594.069,12 €	18.805.474,26 €	13.016.879,41 €	7.228.284,56 €	1.439.689,71 €	-4.348.905,15 €	-10.137.500,00 €
Beneficios del año	0,00 €	-9.109.150,81 €	-5.362.386,14 €	-2.912.210,73 €	-2.040.780,92 €	-1.598.220,42 €	-1.150.976,31 €	-698.956,44 €	-242.066,88 €	153.851,75 €	480.694,57 €	1.145.293,89 €	1.834.193,05 €	2.520.185,20 €	3.210.561,36 €	3.901.924,36 €	4.594.924,36 €	5.290.185,20 €
Reservas acumuladas	0,00 €	0,00 €	-9.109.150,81 €	-14.471.336,75 €	-19.842.495,85 €	-25.213.671,78 €	-30.591.497,20 €	-35.978.376,78 €	-41.372.429,95 €	-46.758.996,24 €	-52.150.996,24 €	-57.536.996,24 €	-62.924.996,24 €	-68.309.996,24 €	-73.694.996,24 €	-79.084.996,24 €	-84.479.996,24 €	-89.874.996,24 €
Capital	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €
Total Pasivo	57.081.330,00 €	68.839.781,74 €	73.758.729,49 €	65.495.111,31 €	57.267.003,54 €	49.477.629,03 €	42.131.596,12 €	35.233.603,78 €	28.788.443,44 €	22.801.000,80 €	17.210.321,20 €	11.947.345,47 €	7.015.704,57 €	2.419.100,93 €	-1.838.690,13 €	-5.753.818,98 €	-9.322.360,20 €	-12.540.311,07 €

CÁLCULO DE LOS DIVIDENDOS DISTRIBUIBLES

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Flujo de caja para el servicio de la deuda (FCD)	0,00 €	504.937,48 €	3.417.351,83 €	5.405.012,64 €	5.703.223,67 €	5.938.845,43 €	6.179.065,48 €	6.423.974,26 €	6.673.664,02 €	6.928.228,81 €	7.172.828,08 €	7.426.357,10 €	7.678.950,78 €	7.934.604,52 €	8.194.283,31 €	8.458.987,24 €	8.728.718,33 €	9.002.477,56 €
Servicio de la deuda anual(SD)	0,00 €	9.388.136,66 €	8.574.095,06 €	8.371.494,24 €	8.168.893,42 €	7.966.292,60 €	7.763.691,78 €	7.561.090,96 €	7.358.490,14 €	7.155.889,32 €	6.953.288,50 €	6.750.687,68 €	6.548.086,86 €	6.345.486,04 €	6.142.885,22 €	5.940.284,40 €	5.737.683,58 €	5.535.082,76 €
Flujo de caja disponible para dividendos (FCD=FCSD-SD)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	168.539,58 €	495.669,42 €	826.418,92 €	1.160.859,33 €	1.499.063,29 €	1.841.104,91 €	2.187.659,72 €	2.537.004,79 €
FCDn acumulado	0	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	168.539,58 €	664.209,00 €	1.490.627,93 €	2.651.487,26 €	4.150.550,55 €	5.991.655,46 €	8.178.715,18 €	10.715.718,98 €	13.148.000,58 €
Beneficios del año	0	-8.783.189,18 €	-5.156.743,23 €	-2.766.481,60 €	-2.465.669,75 €	-2.027.447,17 €	-1.584.626,30 €	-1.137.116,70 €	-684.826,12 €	-227.660,52 €	168.539,58 €	495.669,42 €	826.418,92 €	1.160.859,33 €	1.499.063,29 €	1.841.104,91 €	2.187.659,72 €	2.537.004,79 €
Beneficios acumulados como límite al reparto de dividendos	0	-8.783.189,18 €	-13.939.932,40 €	-16.706.414,00 €	-19.172.083,75 €	-21.199.530,92 €	-22.784.157,22 €	-23.921.273,92 €	-24.606.100,04 €	-24.833.760,56 €	-24.665.220,97 €	-24.169.551,55 €	-23.343.132,63 €	-22.182.273,30 €	-20.683.210,01 €	-18.842.105,10 €	-16.655.045,37 €	-14.118.040,58 €
Dividendos repartibles anualmente	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	168.539,58 €	664.209,00 €	1.490.627,93 €	2.651.487,26 €	4.150.550,55 €	5.991.655,46 €	8.178.715,18 €	10.715.718,98 €
Dividendos repartibles acumulados	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

CÁLCULO DEL BALANCE TRAS EL REPARTO DEL TOTAL DE LOS DIVIDENDOS REPARTIBLES

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Caja necesaria	0,00 €	325.961,63 €	532.604,55 €	677.333,69 €	690.412,10 €	701.745,86 €	717.339,98 €	731.199,58 €	745.329,91 €	759.796,27 €	774.424,10 €	789.398,95 €	804.666,47 €	820.232,41 €	836.102,66 €	852.284,21 €	868.780,16 €	885.599,76 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	-42.358.970	-8.976.659	-14.133.402	-16.899.884	-19.365.354	-21.393.001	-22.977.627	-24.114.744	-24.799.570	-25.027.231	-24.858.691	-24.363.022	-23.536.603	-22.375.743	-20.876.680	-19.035.575	-16.848.515	-14.311.511
Cientes	0,00 €	651.923,27 €	1.063.209,30 €	1.354.667,37 €	1.380.834,20 €	1.407.491,71 €	1.434.679,95 €	1.462.399,17 €	1.490.659,81 €	1.519.472,53 €	1.548.848,20 €	1.578.797,90 €	1.609.332,93 €	1.640.464,82 €	1.672.205,32 €	1.704.566,41 €	1.737.560,32 €	1.771.199,51 €
Stock	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inmovilizado neto	97.440.300	77.164.518	86.828.923	81.040.328	75.251.733	69.463.138	63.674.543	57.885.949	52.097.354	46.308.759	40.520.164	34.731.569	28.942.974	23.154.379	17.365.785	11.577.190	5.788.595	0
Gasto amortizables netos	2.000.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Activo	57.081.330,00 €	69.165.743,37 €	74.290.334,03 €	66.172.445,00 €	57.957.415,64 €	50.181.374,89 €	42.848.936,09 €	35.964.803,36 €	29.533.773,35 €	23.560.737,06 €	17.984.745,30 €	12.736.744,42 €	7.820.371,03 €	3.239.333,34 €	-1.002.587,47 €	-4.901.535,78 €	-8.453.580,04 €	-11.654.721,31 €
Proveedores	0,00 €	977.884,90 €	1.594.811,64 €	2.032.801,06 €	2.071.236,30 €	2.112.337,57 €	2.152.039,81 €	2.193.598,75 €	2.235.989,72 €	2.279.208,80 €	2.323.272,30 €	2.368.196,85 €	2.413.999,40 €	2.460.697,23 €	2.508.307,98 €	2.556.849,62 €	2.606.340,48 €	2.656.799,27 €
Deuda principal	47.137.300,00 €	47.027.017,65 €	76.691.422,79 €	70.902.827,94 €	65.114.233,09 €	59.325.638,24 €	53.537.043,38 €	47.748.448,53 €	41.959.853,68 €	36.171.258,82 €	30.382.663,97 €	24.594.069,12 €	18.805.474,26 €	13.016.879,41 €	7.228.284,56 €	1.439.689,71 €	-4.348.905,15 €	-10.137.500,00 €
Reservas (Beneficios no distribuidos)	0,00 €	-8.783.189,18 €	-13.939.932,40 €	-16.706.414,00 €	-19.172.083,75 €	-21.199.530,92 €	-22.784.157,22 €	-23.921.273,92 €	-24.606.100,04 €	-24.833.760,56 €	-24.665.220,97 €	-24.169.551,55 €	-23.343.132,63 €	-22.182.273,30 €	-20.683.210,01 €	-18.842.105,10 €	-16.655.045,37 €	-14.118.040,58 €
Capital	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €	9.944.030,00 €
Total Pasivo	57.081.330,00 €	69.165.743,37 €	74.290.334,03 €	66.172.445,00 €	57.957.415,64 €	50.181.374,89 €	42.848.936,09 €	35.964.803,36 €	29.533.773,35 €	23.560.737,06 €	17.984.745,30 €	12.736.744,42 €	7.820.371,03 €	3.239.333,34 €	-1.002.587,47 €	-4.901.535,78 €	-8.453.580,04 €	-11.654.721,31 €



Diseño técnico de una terminal portuaria de contenedores
automatizada en el Muelle 19 del Puerto de Alicante



ANEJO N.º 3. Cálculo del estudio económico.
Periodo de concesión de 27 años.

COSTES OBRA CIVIL

TERMINAL AUTOMATIZADA				
Descripción	Ud.	Medición	Precio/ud	Importe
INFRAESTRUCTURA				15.843.840,00 €
Dragado	m3	12.000,00	15,32 €	183.840,00 €
Cajones Hormigón (incluye cimentación cajones, construcción, relleno celdas y fondeo)	ud	14,00	350.000,00 €	4.900.000,00 €
Relleno del trasdós de los cajones (incluye pedraplén, relleno general, escollera)	m3	352.500,00	30,00 €	10.575.000,00 €
Precarga del material de relleno (incluye formación de mota y transporte material)	m3	37.000,00	5,00 €	185.000,00 €
SUPERESTRUCTURA				21.866.000,00 €
Ejecución de la viga cantil	m	450,00		500.000,00 €
Vía de grúa de rail A-100 (lado mar)	m	600,00	455,00 €	273.000,00 €
Ejecución de la viga pilotada	m	600,00		1.500.000,00 €
Vía de grúa de rail A-100 (lado tierra)	m	600,00	455,00 €	273.000,00 €
Accesorios Portainer (parking grúas) (incluye fosos para tie down y storm pin, foso enrollador, protector canal cableado grúa, topes para vías)	ud	6,00		300.000,00 €
Ejecución viga de apoyo para carril grúas ASC	m	3.600,00	1.400,00 €	5.040.000,00 €
Firmes y pavimentos (incluye pavimento HF4, suelo seleccionado, zahorra)	m3			3.000.000,00 €
Red de drenaje	m			360.000,00 €
Red agua potable	m			50.000,00 €
Red contraincendios	m			130.000,00 €
Red de alumbrado y CCTV	m			360.000,00 €
Red de Media Tensión	ud			100.000,00 €
Red de Baja Tensión	ud			160.000,00 €
Construcción del edificio de la terminal y taller	ud	2,00	500.000,00 €	1.000.000,00 €
Puerta de entrada a la terminal	ud	1,00	500.000,00 €	500.000,00 €
Cerramiento y vallado	m	1.500,00	80,00 €	120.000,00 €
Sistemas Reefer	ud	6,00	200.000,00 €	1.200.000,00 €
Áreas transferencia	ud	12,00	500.000,00 €	6.000.000,00 €
Ampliación vías ferroviarias	m	400,00		700.000,00 €
Urbanización exterior a la terminal				300.000,00 €
Total				37.709.840,00 €
Contingencias	25%			9.427.460,00 €
Coste total Terminal Automatizada				47.137.300,00 €

TERMINAL CONVENCIONAL				
Descripción	Ud.	Medición	Precio/ud	Importe
INFRAESTRUCTURA				15.843.840,00 €
Dragado	m3	12.000,00	15,32 €	183.840,00 €
Cajones Hormigón (incluye cimentación cajones, construcción, relleno celdas y fondeo)	ud	14,00	350.000,00 €	4.900.000,00 €
Relleno del trasdós de los cajones (incluye pedraplén, relleno general, escollera)	m3	352.500,00	30,00 €	10.575.000,00 €
Precarga del material de relleno (incluye formación de mota y transporte material)	m3	37.000,00	5,00 €	185.000,00 €
SUPERESTRUCTURA				13.756.000,00 €
Ejecución de la viga cantil	m	450,00		500.000,00 €
Vía de grúa de rail A-100 (lado mar)	m	600,00	455,00 €	273.000,00 €
Ejecución de la viga pilotada	m	600,00		1.500.000,00 €
Vía de grúa de rail A-100 (lado tierra)	m	600,00	455,00 €	273.000,00 €
Accesorios Portainer (parking grúas) (incluye fosos para tie down y storm pin, foso enrollador, protector canal cableado grúa, topes para vías)	ud	6,00		300.000,00 €
Ejecución viga de apoyo para carril grúas ASC	m	0,00	600,00 €	0,00 €
Firmes y pavimentos (incluye pavimento HF4, suelo seleccionado, zahorra)	m3			3.000.000,00 €
Red de drenaje	m			360.000,00 €
Red agua potable	m			50.000,00 €
Red contraincendios	m			130.000,00 €
Red de alumbrado y CCTV	m			360.000,00 €
Red de Media Tensión	ud			100.000,00 €
Red de Baja Tensión	ud			160.000,00 €
Construcción del edificio de la terminal y taller	ud	2,00	500.000,00 €	1.000.000,00 €
Puerta de entrada a la terminal	ud	1,00	250.000,00 €	250.000,00 €
Cerramiento y vallado	m	1.500,00	80,00 €	120.000,00 €
Sistemas Reefer	ud	6,00	200.000,00 €	1.200.000,00 €
Áreas transferencia	ud	12,00	250.000,00 €	3.000.000,00 €
Ampliación vías ferroviarias	m	400,00		700.000,00 €
Urbanización exterior a la terminal				300.000,00 €
Zapatasa paso RTG				180.000,00 €
Total				29.599.840,00 €
Contingencias	25%			7.399.960,00 €
Coste total Terminal Convencional				36.999.800,00 €

MAQUINARIA A ADQUIRIR

EQUIPOS TERMINAL CONVENCIONAL

Equipo	Coste	Vida útil (Años)	Energía	Coste unitario	Consumo/h	Coste/h	Nº equipos necesarios
Grúas STS (Post Panamax)	5.500.000,00 €	27	Eléctrico kWh/h	0,09	350,00	31,50 €	3
Grúas RTG	1.300.000,00 €	27	Eléctrico kWh/h	0,09	250,00	22,50 €	12
Tractores de terminal (TT)	80.000,00 €	15	Motor diésel	1,00	15,00	15,00 €	18
Plataformas	24.000,00 €	15	Motor diésel	0,00	0,00	0,00 €	18
Reach Stacker (RS)	400.000,00 €	15	Gas	0,70	15,00	10,50 €	10

EQUIPOS TERMINAL AUTOMATIZADA

Equipo	Coste	Vida útil (Años)	Energía	Coste/h	Consumo/h	Coste/h	Nº equipos necesarios
Grúas STS (Post Panamax)	5.500.000,00 €	27	Eléctrico kWh/h	0,09	350,00	31,50 €	3
Grúas ASC	2.000.000,00 €	27	Eléctrico kWh/h	0,09	200,00	18,00 €	12
Shuttle Carrier (SC)	550.000,00 €	15	Eléctrico kWh/h	0,09	200,00	18,00 €	10
Straddle Carrier	550.000,00 €	15	Eléctrico kWh/h	0,09	200,00	18,00 €	0
Reach Stacker (RS)	400.000,00 €	15	Gas	0,70	15,00	10,50 €	3

COSTES DEL PERSONAL DE LA TERMINAL (excluyendo al personal de la estiba)

Puesto	Sueldo bruto (€/año)	Seguridad Social (% de la empresa)	Coste de empresa (€/año)	Terminal Automatizada		Terminal Convencional	
				Nº personas	Total	Nº personas	Total
PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN							
Director de Concesión	140.000,00 €	33,30%	186.620,00 €	1	186.620,00 €	1	186.620,00 €
Director de Negocio	48.000,00 €	33,30%	63.984,00 €	1	63.984,00 €	1	63.984,00 €
Director Financiero	45.000,00 €	33,30%	59.985,00 €	1	59.985,00 €	1	59.985,00 €
Director Comercial	35.000,00 €	33,30%	46.655,00 €	1	46.655,00 €	1	46.655,00 €
Jefe de Procesos, Sistemas e Innovación	48.000,00 €	33,30%	63.984,00 €	2	127.968,00 €	1	63.984,00 €
Responsable de contabilidad	26.000,00 €	33,30%	34.658,00 €	1	34.658,00 €	1	34.658,00 €
Responsable de pagos	26.000,00 €	33,30%	34.658,00 €	1	34.658,00 €	1	34.658,00 €
Responsable de Recursos Humanos	35.000,00 €	33,30%	46.655,00 €	1	46.655,00 €	1	46.655,00 €
Responsable de Auditoría	35.000,00 €	33,30%	46.655,00 €	1	46.655,00 €	1	46.655,00 €
Responsable de Atención al Cliente	35.000,00 €	33,30%	46.655,00 €	1	46.655,00 €	1	46.655,00 €
IT	35.000,00 €	33,30%	46.655,00 €	8	373.240,00 €	6	279.930,00 €
Seguridad	25.000,00 €	33,30%	33.325,00 €	3	99.975,00 €	5	166.625,00 €
Administrativo	18.000,00 €	33,30%	23.994,00 €	5	119.970,00 €	8	191.952,00 €
PERSONAL DE OPERACIÓN FIJO							
Jefe de Terminal	45.000,00 €	33,30%	59.985,00 €	1	59.985,00 €	1	59.985,00 €
Jefe de Operaciones	65.000,00 €	33,30%	86.645,00 €	1	86.645,00 €	1	86.645,00 €
Responsable de Equipo	45.000,00 €	33,30%	59.985,00 €	2	119.970,00 €	3	179.955,00 €
Ingeniero de Sistemas	30.000,00 €	33,30%	39.990,00 €	3	119.970,00 €	2	79.980,00 €
Operador de Reefer	70.000,00 €	33,30%	93.310,00 €	2	186.620,00 €	3	279.930,00 €
Supervisor de Patio	55.000,00 €	33,30%	73.315,00 €	2	146.630,00 €	4	293.260,00 €
Planificador de operaciones	55.000,00 €	33,30%	73.315,00 €	2	146.630,00 €	4	293.260,00 €
Administrativo	70.000,00 €	33,30%	93.310,00 €	1	93.310,00 €	1	93.310,00 €
Jefe de Mantenimiento	60.000,00 €	33,30%	79.980,00 €	1	79.980,00 €	1	79.980,00 €
Responsable de Operaciones de Mantenimiento	45.000,00 €	33,30%	59.985,00 €	5	299.925,00 €	8	479.880,00 €
Subcontratados	90.000,00 €	33,30%	119.970,00 €	5	599.850,00 €	8	959.760,00 €
PERSONAL DE OPERACIÓN VARIABLE (se excluye)							
Capataz (Grupo I)	50.000,00 €	21,50%	60.750,00 €	15	911.250,00 €	15	911.250,00 €
Apuntador (Grupo II)	53.500,00 €	21,50%	65.002,50 €	3	195.007,50 €	28	1.820.070,00 €
Oficial (Grupo III)	57.600,00 €	21,50%	69.984,00 €	3	209.952,00 €	3	209.952,00 €
Especial (Grupo IV)	65.800,00 €	21,50%	79.947,00 €	17	1.359.099,00 €	17	1.359.099,00 €
Total anual				52	3.227.193,00 €	65	4.154.961,00 €

GASTOS GENERALES

Gastos	Terminal Automatizada	Terminal Convencional
Servicios Externos	105.000,00 €	80.000,00 €
Mantenimiento General	70.000,00 €	60.000,00 €
Seguros generales	150.000,00 €	130.000,00 €
Comunicaciones	45.000,00 €	45.000,00 €
Mobiliario	11.000,00 €	11.000,00 €
Viajes	8.000,00 €	8.000,00 €
Mantenimiento Oficina	15.000,00 €	15.000,00 €
Tasas	20.000,00 €	20.000,00 €
Material Oficina	7.000,00 €	7.000,00 €
Total	431.000,00 €	376.000,00 €

COSTE POR CONTENEDOR EN LA TERMINAL CONVENCIONAL

Capacidad almacenamiento (cont/año)	148.358	Transbordo	0%
Capacidad almacenamiento (TEUS/año)	270.309	I/E	100%
Máximo número de turnos diarios	3	Ratio cont/TEU	1,822
Máximo número de horas por turno	6		
Número de festivos aplicables anuales	14		
Otros días no productivos (domingos)	53		
Total días laborables al año	299		
Máximo número de horas de trabajo al año	1.680	8640	
Sueldo medio por año estibador	80.000,00 €		
Superficie patio (m2)	150.000,00		
Años concesión	17,00		

SUBSISTEMA CARGA/DESCARGA + ALMACENAMIENTO + RECEPCIÓN/ENTREGA				
COSTES DIRECTOS				
PERSONAL				
Personal	Mano media	Salario	Jornadas necesarias	Coste total
Capataz	0,50	267,56 €		150.357,92 €
Clasificador	1,00	267,56 €		300.715,85 €
Estibadores+trincad.	1,75	267,56 €		526.252,73 €
Gruista+sobordist.	2,00	267,56 €	1124	601.431,69 €
Conductor TT	1,70	267,56 €		511.216,94 €
Conductor RS	0,30	267,56 €		90.214,75 €
Gruista RTG	1,75	267,56 €		526.252,73 €
Total	9,00			2.706.442,61 €

Coste/contenedor 17,50 €

EQUIPOS							
Equipo	Coste unitario	Vida útil (Años)	Uds a adquirir	Consumo (€)	Valor amortizable (€)	Amortiz./año (€)	Mantenimiento (€/TEU)
Grúa STS	5.500.000,00 €	27	3	212.421,91 €	17.137.265,74 €	634.713,55 €	1,20 €
Reach Stackler	400.000,00 €	15	10	70.807,30 €	4.708.073,05 €	313.871,54 €	0,60 €
Grúas RTG	1.300.000,00 €	27	12	151.729,94 €	17.420.759,26 €	1.623.529,41 €	1,10 €
Tractores de terminal (TT)	80.000,00 €	15	18	101.153,29 €	3.260.759,26 €	217.383,95 €	0,30 €
Plataformas	24.000,00 €	15	18	0,00 €	432.000,00 €	28.800,00 €	
TOS	1.500.000,00 €	15	1	0,00 €	1.500.000,00 €	100.000,00 €	
Total				536.112,45 €	44.458.857,31 €	2.918.298,44 €	3,20 €

Amortización al año equipos	2.918.298,44 €	Coste equipo/cont.	15,30 €
Consumo equipos	536.112,45 €	Coste consumo/cont.	3,25 €
Mantenimiento (€/cont) 1,76 €	Mantenimiento equipos 260.563,18 €	Coste mnto/cont.	1,50 €

COSTES INDIRECTOS			
	Total	Coste/contenedor	Total CI/contenedor
Personal indirecto	4.154.961,00 €	23,01	
Gastos generales	376.000,00 €	2,53	
Sistema hardware y software (anual)	50.000,00 €	0,34	34,91
Gastos financieros	60.000,00 €	0,40	
Tasa netas + O.S	405.000,00 €	2,73	
Seguros	500.000,00 €	3,20	
Seguridad	400.000,00 €	2,70	
COSTE TOTAL POR CONTENEDOR (€/cont)			72,46 €

DISTRIBUCIÓN ANUAL DE INVERSIONES TERMINAL CONVENCIONAL

Supuestos:

Precio y coste de los contenedores UE tendrán un incremento de valor	2%
Precio y coste de los contenedores T tendrán un incremento de valor	1,33%
Ingreso medio por stockaje del contenedor tendrá un incremento de valor	1,33%
Coste anual de mto infraestructuras y obra civil	1,00%
Coste anual de mto infraestructuras y obra civil tendrá un incremento	1,33%
Costes fijos tendrán un incremento de valor anual del	2,00%
En año 0 y 1, se supone un 50% de la capacidad de la terminal	50,00%
En año 2, un 80% de la capacidad	80,00%
En año 3, un 100% de la capacidad	100,00%

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Tráfico de contenedores	74.179	118.887	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358
Obra Civil Total	36.999.800,00 €								
Obra Civil periodificada	36.999.800,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Años de concesión	27	26	25	24	23	22	21	20	19
Cantidad Amortización anual	1.370.362,96 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortiz. Acumulado total	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €
Grúas									
Grúas total a adquirir	3								
Precio unitario grúa	5.500.000,00 €	5.610.000,00 €	5.722.200,00 €	5.836.644,00 €	5.953.376,88 €	6.072.444,42 €	6.193.893,31 €	6.317.771,17 €	6.444.126,60 €
Incremento coste anual grúa	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Nº grúas adquiridas ese año	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	16.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Cantidad Amortización anual	611.111,11 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €
Total amorti. Acumulado	611.111,11 €	1.222.222,22 €	1.833.333,33 €	2.444.444,44 €	3.055.555,56 €	3.666.666,67 €	4.277.777,78 €	4.888.888,89 €	5.500.000,00 €
RTGs									
RTG/Grúa	6								
Plazas óptimas a disponer	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Nº RTG totales	6	10	12	0	0	0	0	0	0
Precio unitario RTG	1.300.000,00 €	1.326.000,00 €	1.352.520,00 €	1.379.570,40 €	1.407.161,81 €	1.435.305,04 €	1.464.011,15 €	1.493.291,37 €	1.523.157,20 €
Incremento coste RTG anual	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Nº RTG adquiridos ese año	6	6	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	7.800.000,00 €	7.956.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	27	26	27	27	27	27	27	27	27
Cantidad Amortización anual	288.888,89 €	306.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	288.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €
Total amorti. Acumulado	288.888,89 €	883.777,78 €	1.478.666,67 €	2.073.555,56 €	2.668.444,44 €	3.263.333,33 €	3.858.222,22 €	4.453.111,11 €	5.048.000,00 €
TT + Plataformas									
TT + PLT necesarios	18	0	0	0	0	0	0	0	0
TT + PLT óptimos a disponer	9	5	4	0	0	0	0	0	0
Precio unitario TT + PLT	80.000,00 €	81.600,00 €	83.232,00 €	84.896,64 €	86.594,57 €	88.326,46 €	90.092,99 €	91.894,85 €	93.732,75 €
Incremento coste TT + PLT anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Nº TT + PLT adquiridos ese año	9	9	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	720.000,00 €	734.400,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	15	14	15	15	15	15	15	15	15
Cantidad Amortización anual	48.000,00 €	52.457,14 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	48.000,00 €	100.457,14 €	100.457,14 €	100.457,14 €	100.457,14 €	100.457,14 €	100.457,14 €	100.457,14 €	100.457,14 €
Total amorti. Acumulado	48.000,00 €	148.457,14 €	248.914,29 €	349.371,43 €	449.828,57 €	550.285,71 €	650.742,86 €	751.200,00 €	851.657,14 €
TOS									
Coste adquisición	1.500.000,00 €								
Amortizable en años	10								
Coste mantenimiento	0								
Incremento coste TOS	0%								
Cantidad Amortización anual	150.000,00 €								
Total amortizar/año	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €
Total amorti. Acumulado	150.000,00 €	300.000,00 €	450.000,00 €	600.000,00 €	750.000,00 €	900.000,00 €	1.050.000,00 €	1.200.000,00 €	1.350.000,00 €
Reach Stacker									
RS a disponer	10								
Precio unitario RS	400.000,00 €	408.000,00 €	416.160,00 €	424.483,20 €	432.972,86 €	441.632,32 €	450.464,97 €	459.474,27 €	468.662,75 €
Incremento coste RTG anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Nº RS adquiridos ese año	5	5	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	2.000.000,00 €	2.040.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	15	14	15	15	15	15	15	15	15
Cantidad Amortización anual	133.333,33 €	145.714,29 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	133.333,33 €	279.047,62 €	279.047,62 €	279.047,62 €	279.047,62 €	279.047,62 €	279.047,62 €	279.047,62 €	279.047,62 €
Total amorti. Acumulado	133.333,33 €	412.380,95 €	691.428,57 €	970.476,19 €	1.249.523,81 €	1.528.571,43 €	1.807.619,05 €	2.086.666,67 €	2.365.714,29 €
Total amortización/año	2.601.696,30 €	504.171,43 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado acumulado anual	65.519.800,00 €	10.730.400,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado acumulado total	65.519.800,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9

DISTRIBUCIÓN ANUAL DE INVERSIONES TERMINAL CONVENCIONAL

Supuestos:

Precio y coste de los contenedores U/ tendrán un incremento de valor	2%
Precio y coste de los contenedores T tendrán un incremento de valor	1,33%
Ingreso medio por stockage del contenedor tendrá un incremento de valor	1,33%
Coste anual de mto infraestructuras y obra civil	1,00%
Coste anual de mto infraestructuras y obra civil tendrá un incremento	1,33%
Costes fijos tendrán un incremento de valor anual del	2,00%
En año 0 y 1, se supone un 50% de la capacidad de la terminal	50,00%
En año 2, un 80% de la capacidad	80,00%
En año 3, un 100% de la capacidad	100,00%

	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Tráfico de contenedores	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358
Obra Civil Total									
Obra Civil periodificada	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Años de concesión	18	17	16	15	14	13	12	11	10
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortiz. Acumulado total	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €
Grúas									
Grúas total a adquirir									
Precio unitario grúa	6.573.009,13 €	6.704.469,31 €	6.838.558,70 €	6.975.329,87 €	7.114.836,47 €	7.257.133,20 €	7.402.275,86 €	7.550.321,38 €	7.701.327,81 €
Incremento coste anual grúa	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Nº grúas adquiridas ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €
Total amorti. Acumulado	6.111.111,11 €	6.722.222,22 €	7.333.333,33 €	7.944.444,44 €	8.555.555,56 €	9.166.666,67 €	9.777.777,78 €	10.388.888,89 €	11.000.000,00 €
RTGs									
RTG/Grúa									
Plaz. óptimas a disponer	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Nº RTG totales	0	0	0	0	0	0	0	0	36
Precio unitario RTG	1.553.620,34 €	1.584.692,75 €	1.616.386,60 €	1.648.714,33 €	1.681.688,62 €	1.715.322,39 €	1.749.628,84 €	1.784.621,42 €	1.820.313,84 €
Incremento coste RTG anual	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Nº RTG adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €
Total amorti. Acumulado	5.642.888,89 €	6.237.777,78 €	6.832.666,67 €	7.427.555,56 €	8.022.444,44 €	8.617.333,33 €	9.212.222,22 €	9.807.111,11 €	10.402.000,00 €
TT + Plataformas									
TT + PLT necesarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT + PLT óptimos a disponer	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precio unitario TT + PLT	95.607,41 €	97.519,55 €	99.469,94 €	101.459,34 €	103.488,53 €	105.558,30 €	107.666,47 €	109.822,86 €	112.019,31 €
Incremento coste TT + PLT anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Nº TT + PLT adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	969.025,20 €	988.405,71 €	0,00 €
Amortizable en años	15	15	15	15	15	15	12	11	15
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	80.752,10 €	89.855,06 €	0,00 €
Total amortizar/año	100.457,14 €	100.457,14 €	100.457,14 €	100.457,14 €	100.457,14 €	100.457,14 €	133.209,24 €	170.607,16 €	170.607,16 €
Total amorti. Acumulado	952.114,29 €	1.052.571,43 €	1.153.028,57 €	1.253.485,71 €	1.353.942,86 €	1.454.400,00 €	80.752,10 €	251.359,26 €	421.966,43 €
TOS									
Coste adquisición									
Amortizable en años									
Coste mantenimiento									
Incremento coste TOS									
Cantidad Amortización anual									
Total amortizar/año	150.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amorti. Acumulado	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €
Reach Stacker									
RS a disponer									
Precio unitario RS	478.037,03 €	487.597,77 €	497.349,73 €	507.296,72 €	517.442,65 €	527.791,51 €	538.347,24 €	549.114,38 €	560.096,57 €
Incremento coste RTG anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Nº RS adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	5	5	0
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	2.691.736,68 €	2.745.571,41 €	0,00 €
Amortizable en años	15	15	15	15	15	15	12	11	15
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	224.311,39 €	249.597,40 €	0,00 €
Total amortizar/año	279.047,62 €	279.047,62 €	279.047,62 €	279.047,62 €	279.047,62 €	279.047,62 €	370.025,68 €	473.908,79 €	473.908,79 €
Total amorti. Acumulado	2.644.761,90 €	2.923.809,52 €	3.202.857,14 €	3.481.904,76 €	3.760.952,38 €	4.040.000,00 €	224.311,39 €	698.220,18 €	1.172.128,97 €
Inmovilizado acumulado total	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	76.250.200,00 €	79.910.961,88 €	83.644.939,00 €	83.644.939,00 €
	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18

DISTRIBUCIÓN ANUAL DE INVERSIONES TERMINAL CONVENCIONAL

Supuestos:	
Precio y coste de los contenedores U/E tendrán un incremento de valor	2%
Precio y coste de los contenedores T tendrán un incremento de valor	1,33%
Ingreso medio por stockage del contenedor tendrá un incremento de valor	1,33%
Coste anual de mnto Infraestructuras y obra civil	1,00%
Coste anual de mnto Infraestructuras y obra civil tendrá un incremento	1,33%
Costes fijos tendrán un incremento de valor anual del	2,00%
En año 0 y 1, se supone un 50% de la capacidad de la terminal	50,00%
En año 2, un 80% de la capacidad	80,00%
En año 3, un 100% de la capacidad	100,00%

	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	
Tráfico de contenedores	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358	
Obra Civil Total										36.999.800,00 €
Obra Civil periodificada	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	36.999.800,00 €
Años de concesión	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Amortiz. Acumulado total	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	1.370.362,96 €	36.999.800,00 €
Grúas										
Grúas total a adquirir										
Precio unitario grúa	7.855.354,36 €	8.012.461,45 €	8.172.710,68 €	8.336.164,89 €	8.502.888,19 €	8.672.945,95 €	8.846.404,87 €	9.023.332,97 €	9.203.799,63 €	
Incremento coste anual grúa	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	
Nº grúas adquiridas ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	16.500.000,00 €
Amortizable en años	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Total amortizar/año	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	16.500.000,00 €
Total amorti. Acumulado	11.611.111,11 €	12.222.222,22 €	12.833.333,33 €	13.444.444,44 €	14.055.555,56 €	14.666.666,67 €	15.277.777,78 €	15.888.888,89 €	16.500.000,00 €	231.000.000,00 €
RTGs										
RTG/Grúa										
Pilas óptimas a disponer	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Nº RTG totales	12	0	0	0	0	0	0	0	0	
Precio unitario RTG	1.856.720,12 €	1.893.854,52 €	1.931.731,61 €	1.970.366,25 €	2.009.773,57 €	2.049.969,04 €	2.090.968,42 €	2.132.787,79 €	2.175.443,55 €	
Incremento coste RTG anual	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	
Nº RTG adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	15.756.000,00 €
Amortizable en años	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Total amortizar/año	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	594.888,89 €	15.756.000,00 €
Total amorti. Acumulado	10.996.888,89 €	11.591.777,78 €	12.186.666,67 €	12.781.555,56 €	13.376.444,44 €	13.971.333,33 €	14.566.222,22 €	15.161.111,11 €	15.756.000,00 €	216.606.000,00 €
TT + Plataformas										
TT + PLT necesarios	0	0	36,6	12,2	0	0	0	0	0	
TT + PLT óptimos a disponer	0	0	37	13	0	0	0	0	0	
Precio unitario TT + PLT	114.259,70 €	116.544,89 €	118.875,79 €	121.253,31 €	123.678,37 €	126.151,94 €	128.674,98 €	131.248,48 €	133.873,45 €	
Incremento coste TT + PLT anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	
Nº TT + PLT adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	3.411.830,91 €
Amortizable en años	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Total amortizar/año	170.607,16 €	170.607,16 €	170.607,16 €	170.607,16 €	170.607,16 €	170.607,16 €	170.607,16 €	170.607,16 €	170.607,16 €	3.464.288,05 €
Total amorti. Acumulado	592.573,59 €	763.180,76 €	933.787,92 €	1.104.395,09 €	1.275.002,25 €	1.445.609,42 €	1.616.216,58 €	1.786.823,75 €	1.957.430,91 €	23.497.098,07 €
TOS										
Coste adquisición										1.500.000,00 €
Amortizable en años										
Coste mantenimiento										
Incremento coste TOS										150.000,00 €
Cantidad Amortización anual										
Total amortizar/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	1.500.000,00 €
Total amorti. Acumulado	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	1.500.000,00 €	33.750.000,00 €
Reach Stacker										
RS a disponer										
Precio unitario RS	571.288,50 €	582.724,47 €	594.378,96 €	606.266,54 €	618.391,87 €	630.759,71 €	643.374,90 €	656.242,40 €	669.367,25 €	
Incremento coste RTG anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	
Nº RS adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	9.477.308,09 €
Amortizable en años	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Total amortizar/año	473.908,79 €	473.908,79 €	473.908,79 €	473.908,79 €	473.908,79 €	473.908,79 €	473.908,79 €	473.908,79 €	473.908,79 €	9.623.022,37 €
Total amorti. Acumulado	1.646.037,76 €	2.119.946,55 €	2.593.855,34 €	3.067.764,13 €	3.541.672,92 €	4.015.581,71 €	4.489.490,51 €	4.963.399,30 €	5.437.308,09 €	65.269.716,86 €
Total amortización/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Inmovilizado acumulado anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Inmovilizado acumulado total	83.644.939,00 €	83.644.939,00 €	83.644.939,00 €	83.644.939,00 €	83.644.939,00 €	83.644.939,00 €	83.644.939,00 €	83.644.939,00 €	83.644.939,00 €	83.644.939,00 €
	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	

IN TOTAL EN TODOS L

CÁLCULO DEL SERVICIO DE LA DEUDA TERMINAL CONVENCIONAL

Capital de los accionistas 10%
 Financiación con deuda 90%
 Inversión en inmovilizado y gastos amortizables 85.843.110,43 €

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Importe deuda Obra Civil	36.999.800,00 €									
Importe deuda Grúas STS	16.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) STS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Importe deuda Grúas RTGs	7.800.000,00 €	7.956.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) RTGs	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Importe deuda TT+PLT	720.000,00 €	734.400,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TT+PLT	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Importe deuda TOS	1.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TOS	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Importe deuda RS	2.000.000,00 €	2.040.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) RS	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Principal a amortizar anualmente	4.601.696,30 €	3.105.867,72 €	3.105.867,72 €	3.105.867,72 €	3.105.867,72 €	3.105.867,72 €	3.105.867,72 €	3.105.867,72 €	3.105.867,72 €	3.105.867,72 €
Importe deuda inicio de cada año	67.519.800,00 €	73.648.503,70 €	70.542.635,98 €	67.436.768,25 €	64.330.900,53 €	61.225.032,80 €	58.119.165,08 €	55.013.297,35 €	51.907.429,63 €	48.801.561,90 €
Importe deuda a final de año	36.999.800,00 €	62.918.103,70 €	70.542.635,98 €	67.436.768,25 €	64.330.900,53 €	61.225.032,80 €	58.119.165,08 €	55.013.297,35 €	51.907.429,63 €	48.801.561,90 €
Importe medio de la deuda en cada año		65.218.951,85 €	72.095.569,84 €	68.989.702,12 €	65.883.834,39 €	62.777.966,67 €	59.672.098,94 €	56.566.231,22 €	53.460.363,49 €	50.354.495,77 €
Tipo de interés de referencia (EURIBOR)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Margen sobre el tipo de referencia		3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
Tipo de interés de la deuda		3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Interés anual		2.282.663,31 €	2.523.344,94 €	2.414.639,57 €	2.305.934,20 €	2.197.228,83 €	2.088.523,46 €	1.979.818,09 €	1.871.112,72 €	1.762.407,35 €
Servicio a la deuda anual		6.884.359,61 €	5.629.212,67 €	5.520.507,30 €	5.411.801,93 €	5.303.096,56 €	5.194.391,19 €	5.085.685,82 €	4.976.980,45 €	4.868.275,08 €

CÁLCULO DEL SERVICIO DE LA DEUDA TERMINAL CONVENCIONAL

Capital de los accionistas	10%
Financiación con deuda	90%
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables	85.843.110,43 €

	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Importe deuda Obra Civil									
Importe deuda Grúas STS	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) STS	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Importe deuda Grúas RTGs	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) RTGs	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Importe deuda TT+PLT	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	969.025,20 €	988.405,71 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TT+PLT	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Importe deuda TOS	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TOS	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Importe deuda RS	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	2.691.736,68 €	2.745.571,41 €	0,00 €
Plazo amortización (años) RS	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Principal a amortizar anualmente	3.105.867,72 €	2.955.867,72 €	2.955.867,72 €	2.955.867,72 €	2.955.867,72 €	2.955.867,72 €	3.079.597,88 €	3.220.878,92 €	3.220.878,92 €
Importe deuda inicio de cada año	48.801.561,90 €	45.695.694,18 €	42.739.826,46 €	39.783.958,73 €	36.828.091,01 €	33.872.223,28 €	34.577.117,44 €	35.231.496,67 €	32.010.617,75 €
Importe deuda a final de año	45.695.694,18 €	42.739.826,46 €	39.783.958,73 €	36.828.091,01 €	33.872.223,28 €	30.916.355,56 €	31.497.519,55 €	32.010.617,75 €	28.789.738,84 €
Importe medio de la deuda en cada año	47.248.628,04 €	44.217.760,32 €	41.261.892,59 €	38.306.024,87 €	35.350.157,14 €	32.394.289,42 €	33.037.318,50 €	33.621.057,21 €	30.400.178,29 €
Tipo de interés de referencia (EURIBOR)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Margen sobre el tipo de referencia	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
Tipo de interés de la deuda	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Interés anual	1.653.701,98 €	1.547.621,61 €	1.444.166,24 €	1.340.710,87 €	1.237.255,50 €	1.133.800,13 €	1.156.306,15 €	1.176.737,00 €	112.730,76 €
Servicio a la deuda anual	4.759.569,71 €	4.503.489,34 €	4.400.033,97 €	4.296.578,60 €	4.193.123,22 €	4.089.667,85 €	4.235.904,03 €	4.397.615,92 €	3.333.609,68 €

CÁLCULO DEL MARGEN OPERATIVO BRUTO. TERMINAL CONVENCIONAL

Supuestos

El precio y coste de los contenedores I/E tendrán un incremento de valor de	2%
El precio y coste de los contenedores T tendrán un incremento de valor de	1,33%
Ingreso medio por stockage del contenedor tendrá un incremento de valor de	1,33%
Coste anual de mnto infraestructuras y obra civil	1,00%
Coste anual de mnto infraestructuras y obra civil tendrá un incremento de	1,33%
Costes fijos tendrán un incremento de valor anual del	2,00%
En el año 0 y 1, se supone un 50% de la capacidad de la terminal	50%
En el año 2, un 80% de la capacidad	80%
En el año 3, un 100% de la capacidad	100%

TRAFICO

		Año 1	Año 2	Año 3
Contenedores	148.358	50,00%	80,00%	100,00%
50% I/E llenos	74.179	37.090	59.343	74.179
50% I/E Vacios	74.179	37.090	59.343	74.179
0 Transbordo	0	0	0	0
		74.179	118.687	148.358

INGRESOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Precio contenedor "Import/Export lleno"	109,02 €	109,02 €	111,20 €	113,43 €	115,70 €	118,01 €	120,37 €	122,78 €	125,23 €
Tasa estimada incremento del precio		2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export lleno"	37.090	37.090	59.343	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179
Tasa estimada incremento volumen ventas			60,00%	25,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export lleno"		4.043.644,29 €	6.599.227,48 €	8.414.015,03 €	8.582.295,34 €	8.753.941,24 €	8.929.020,07 €	9.107.600,47 €	9.289.752,48 €
Precio contenedor "Import/Export Vacio"	87,75 €	87,75 €	89,50 €	91,29 €	93,12 €	94,98 €	96,88 €	98,82 €	100,80 €
Tasa estimada incremento del precio		2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export vacio"	37.090	37.090	59.343	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179
Tasa estimada incremento volumen ventas			60,00%	25,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export vacio"		3.254.562,48 €	5.311.445,97 €	6.772.093,62 €	6.907.535,49 €	7.045.686,20 €	7.186.599,92 €	7.330.331,92 €	7.476.938,56 €
Ingresos equi-tasas buque y mercancia por contenedor	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incremento esperado sobre equivalente-tasa		1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de equivalente a Tasas		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Ingreso medio derivado de estancia del contenedor	11,47 €	11,47 €	11,62 €	11,78 €	11,93 €	12,09 €	12,25 €	12,42 €	12,58 €
Incremento esperado sobre ese ingreso		1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de estancia del contenedor		850.834,06 €	1.379.440,24 €	1.747.233,50 €	1.770.471,71 €	1.794.018,98 €	1.817.879,43 €	1.842.057,23 €	1.866.556,59 €
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS		8.149.040,83 €	13.290.113,70 €	16.933.342,15 €	17.260.302,53 €	17.593.646,42 €	17.933.499,42 €	18.279.989,62 €	18.633.247,63 €
GASTOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Coste variable unitario de "/E lleno" con CANON de ACTIVIDAD	72,46 €	72,46 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €
Tasa estimada incremento del coste		2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Coste variable total de "/E lleno"		2.687.579,10 €	4.386.129,10 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €
Coste variable unitario de "/E vacio" con CANON de ACTIVIDAD	72,46 €	72,46 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €
Tasa estimada incremento del coste		2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Coste variable total de "/E vacio"		2.687.579,10 €	4.386.129,10 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €
Inversión Inicial Obra Civil en Euros	36.999.800,00 €								
% S/Inversión Inicial Obra Civil de coste mantenimiento	1,00%								
Coste Mantenimiento Obra Civil		369.998,00 €	374.918,97 €	379.905,40 €	384.958,14 €	390.078,08 €	395.266,12 €	400.523,16 €	405.850,12 €
Tasa estimada incremento costes mantenim. Obra Civil		1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Total de Costes Variables		5.745.156,21 €	9.147.177,17 €	11.345.228,14 €	11.350.280,88 €	11.355.400,83 €	11.360.588,87 €	11.365.845,91 €	11.371.172,86 €
Coste de personal	4.154.961,00 €	4.154.961,00 €	4.238.060,22 €	4.322.821,42 €	4.409.277,85 €	4.497.463,41 €	4.587.412,68 €	4.679.160,93 €	4.772.744,15 €
Coste de gastos generales	376.000,00 €	376.000,00 €	383.520,00 €	391.190,40 €	399.014,21 €	406.994,49 €	415.134,38 €	423.437,07 €	431.905,81 €
Seguros (por contenedor)	0,55	40.798,49 €	41.614,46 €	42.446,75 €	43.295,69 €	44.161,60 €	45.044,83 €	45.945,73 €	46.864,65 €
Coste mantenimiento TOS	50.000,00 €	50.000,00 €	51.000,00 €	52.000,00 €	53.060,40 €	54.121,61 €	55.204,04 €	56.308,12 €	57.434,28 €
Gastos Financieros	60.000,00 €	60.000,00 €	61.200,00 €	62.424,00 €	63.672,48 €	64.945,93 €	66.244,85 €	67.569,75 €	68.921,14 €
O.S., Servicios, administración, alquileres y otros gastos fijos	300.000,00 €	300.000,00 €	306.000,00 €	312.120,00 €	318.362,40 €	324.729,65 €	331.224,24 €	337.848,73 €	344.605,70 €
Tasa estimada de incremento de gastos		2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Total de costes fijos	4.940.961,55 €	4.981.759,49 €	5.081.394,68 €	5.183.022,58 €	5.286.683,03 €	5.392.416,69 €	5.500.265,02 €	5.610.270,32 €	5.722.475,73 €
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS		10.726.915,70 €	14.228.571,86 €	16.528.250,72 €	16.636.963,91 €	16.747.817,52 €	16.860.853,89 €	16.976.116,23 €	17.093.648,59 €
MARGEN OPERATIVO BRUTO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Porcentaje de incremento		-2.577.874,87 €	-938.458,16 €	405.091,43 €	623.338,62 €	845.828,90 €	1.072.645,53 €	1.303.873,39 €	1.539.599,03 €
		-63,60%	-143,17%	53,88%	53,88%	35,69%	26,82%	21,56%	18,08%

CÁLCULO DEL MARGEN OPERATIVO BRUTO. TERMINAL CONVENCIONAL

Supuestos

El precio y coste de los contenedores I/E tendrán un incremento de valor de	2%
El precio y coste de los contenedores T tendrán un incremento de valor de	1,33%
Ingreso medio por stockage del contenedor tendrá un incremento de valor de	1,33%
Coste anual de mnto infraestructuras y obra civil	1,00%
Coste anual de mnto infraestructuras y obra civil tendrá un incremento de	1,33%
Costes fijos tendrán un incremento de valor anual del	2,00%
En el año 0 y 1, se supone un 50% de la capacidad de la terminal	50%
En el año 2, un 80% de la capacidad	80%
En el año 3, un 100% de la capacidad	100%

TRAFICO

		Año 1	Año 2	Año 3
Contenedores	148.358	50,00%	80,00%	100,00%
50% I/E llenos	74.179	37.090	59.343	74.179
50% I/E Vacios	74.179	37.090	59.343	74.179
0 Transbordo	0	0	0	0
		74.179	118.687	148.358

INGRESOS	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Precio contenedor "Import/Export lleno"	127,74 €	130,29 €	132,90 €	135,56 €	138,27 €	141,03 €	143,85 €	146,73 €	149,67 €	152,66 €
Tasa estimada incremento del precio	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export lleno"	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179
Tasa estimada incremento volumen ventas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export lleno"	9.475.547,53 €	9.665.058,48 €	9.858.359,65 €	10.055.526,84 €	10.256.637,38 €	10.461.770,12 €	10.671.005,53 €	10.884.425,64 €	11.102.114,15 €	11.324.156,43 €
Precio contenedor "Import/Export Vacio"	102,81 €	104,87 €	106,97 €	109,10 €	111,29 €	113,51 €	115,78 €	118,10 €	120,46 €	122,87 €
Tasa estimada incremento del precio	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export vacio"	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179
Tasa estimada incremento volumen ventas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export vacio"	7.626.477,33 €	7.779.006,88 €	7.934.587,02 €	8.093.278,76 €	8.255.144,33 €	8.420.247,22 €	8.588.652,16 €	8.760.425,20 €	8.935.633,71 €	9.114.346,38 €
Ingresos equi-tasas buque y mercancia por contenedor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incremento esperado sobre equivalente-tasa	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de equivalente a Tasas	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Ingreso medio derivado de estancia del contenedor	12,75 €	12,92 €	13,09 €	13,26 €	13,44 €	13,62 €	13,80 €	13,98 €	14,17 €	14,36 €
Incremento esperado sobre ese ingreso	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de estancia del contenedor	1.891.381,79 €	1.916.537,17 €	1.942.027,11 €	1.967.856,07 €	1.994.028,56 €	2.020.549,14 €	2.047.422,44 €	2.074.653,16 €	2.102.246,05 €	2.130.205,92 €
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS	18.993.406,65 €	19.360.602,53 €	19.734.973,78 €	20.116.661,67 €	20.505.810,27 €	20.902.566,48 €	21.307.080,13 €	21.719.504,00 €	22.139.993,91 €	22.568.708,74 €
GASTOS	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Coste variable unitario de "I/E lleno" con CANON de ACTIVIDAD	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €
Tasa estimada incremento del coste	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Coste variable total de "I/E lleno"	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €
Coste variable unitario de "I/E vacio" con CANON de ACTIVIDAD	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €
Tasa estimada incremento del coste	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Coste variable total de "I/E vacio"	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €
Inversión Inicial Obra Civil en Euros										
% S/Inversión inicial Obra Civil de coste mantenimiento										
Coste Mantenimiento Obra Civil	411.247,92 €	416.717,52 €	422.259,86 €	427.875,92 €	433.566,67 €	439.333,11 €	445.176,24 €	451.097,08 €	457.096,67 €	463.176,06 €
Tasa estimada incremento costes mantenim. Obra Civil	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Total de Costes Variables	11.376.570,67 €	11.382.040,27 €	11.387.582,61 €	11.393.198,67 €	11.398.889,42 €	11.404.655,85 €	11.410.498,98 €	11.416.419,83 €	11.422.419,42 €	11.428.498,80 €
Coste de personal	4.868.199,03 €	4.965.563,01 €	5.064.874,27 €	5.166.171,76 €	5.269.495,19 €	5.374.885,10 €	5.482.382,80 €	5.592.030,46 €	5.703.871,07 €	5.817.948,49 €
Coste de gastos generales	440.543,93 €	449.354,81 €	458.341,90 €	467.508,74 €	476.858,91 €	486.396,09 €	496.124,01 €	506.046,50 €	516.167,43 €	526.490,77 €
Seguros (por contenedor)	47.801,94 €	48.757,98 €	49.733,14 €	50.727,80 €	51.742,36 €	52.777,20 €	53.832,75 €	54.909,40 €	56.007,59 €	57.127,74 €
Coste mantenimiento TOS	58.582,97 €	59.754,63 €	60.949,72 €	62.168,72 €	63.412,09 €	64.680,33 €	65.973,94 €	67.293,42 €	68.639,29 €	70.012,07 €
Gastos Financieros	70.299,56 €	71.705,55 €	73.139,67 €	74.602,46 €	76.094,51 €	77.616,40 €	79.168,73 €	80.752,10 €	82.367,14 €	84.014,49 €
O.S., Servicios, administración, alquileres y otros gastos fijos	351.497,81 €	358.527,77 €	365.698,33 €	373.012,29 €	380.472,54 €	388.081,99 €	395.843,63 €	403.760,50 €	411.835,71 €	420.072,43 €
Tasa estimada de incremento de gastos	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Total de costes fijos	5.836.925,25 €	5.953.663,75 €	6.072.737,03 €	6.194.191,77 €	6.318.075,60 €	6.444.437,11 €	6.573.325,86 €	6.704.792,37 €	6.838.888,22 €	6.975.665,98 €
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS	17.213.495,92 €	17.335.704,02 €	17.460.319,64 €	17.587.390,43 €	17.716.965,02 €	17.849.092,97 €	17.983.824,84 €	18.121.212,20 €	18.261.307,64 €	18.404.164,79 €
MARGEN OPERATIVO BRUTO	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
MARGEN OPERATIVO BRUTO	1.779.910,73 €	2.024.898,51 €	2.274.654,14 €	2.529.271,24 €	2.788.845,25 €	3.053.473,52 €	3.323.255,29 €	3.598.291,80 €	3.878.686,27 €	4.164.543,95 €
Porcentaje de incremento	15,61%	13,76%	12,33%	11,19%	10,26%	9,49%	8,84%	8,28%	7,79%	7,37%

CÁLCULO DEL MARGEN OPERATIVO BRUTO. TERMINAL CONVENCIONAL

Supuestos

El precio y coste de los contenedores I/E tendrán un incremento de valor de	2%
El precio y coste de los contenedores T tendrán un incremento de valor de	1,33%
Ingreso medio por stockage del contenedor tendrá un incremento de valor de	1,33%
Coste anual de mnto infraestructuras y obra civil	1,00%
Coste anual de mnto infraestructuras y obra civil tendrá un incremento de	1,33%
Costes fijos tendrán un incremento de valor anual del	2,00%
En el año 0 y 1, se supone un 50% de la capacidad de la terminal	50%
En el año 2, un 80% de la capacidad	80%
En el año 3, un 100% de la capacidad	100%

TRAFICO

		Año 1	Año 2	Año 3
Contenedores	148.358	50,00%	80,00%	100,00%
50% I/E llenos	74.179	37.090	59.343	74.179
50% I/E Vacios	74.179	37.090	59.343	74.179
0 Transbordo	0	0	0	0
		74.179	118.687	148.358

INGRESOS	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27
Precio contenedor "Import/Export lleno"	155,71 €	158,83 €	162,00 €	165,24 €	168,55 €	171,92 €	175,36 €	178,87 €	182,44 €
Tasa estimada incremento del precio	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export lleno"	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179
Tasa estimada incremento volumen ventas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export lleno"	11.550.639,56 €	11.781.652,35 €	12.017.285,40 €	12.257.631,11 €	12.502.783,73 €	12.752.839,41 €	13.007.896,19 €	13.268.054,12 €	13.533.415,20 €
Precio contenedor "Import/Export vacio"	125,33 €	127,83 €	130,39 €	133,00 €	135,66 €	138,37 €	141,14 €	143,96 €	146,84 €
Tasa estimada incremento del precio	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export vacio"	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179
Tasa estimada incremento volumen ventas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export vacio"	9.296.633,31 €	9.482.565,98 €	9.672.217,30 €	9.865.661,64 €	10.062.974,88 €	10.264.234,37 €	10.469.519,06 €	10.678.909,44 €	10.893.487,63 €
Ingresos equi-tasas buque y mercancia por contenedor	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incremento esperado sobre equivalente-tasa	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de equivalente a Tasas	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Ingreso medio derivado de estancia del contenedor	14,55 €	14,74 €	14,94 €	15,14 €	15,34 €	15,54 €	15,75 €	15,96 €	16,17 €
Incremento esperado sobre ese ingreso	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de estancia del contenedor	2.158.537,66 €	2.187.246,21 €	2.216.336,59 €	2.245.813,86 €	2.275.683,19 €	2.305.949,77 €	2.336.618,91 €	2.367.695,94 €	2.399.186,29 €
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS	23.005.810,53 €	23.451.464,54 €	23.905.839,28 €	24.369.106,61 €	24.841.441,79 €	25.323.023,55 €	25.814.034,16 €	26.314.659,50 €	26.825.089,12 €
GASTOS	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27
Coste variable unitario de "I/E lleno" con CANON de ACTIVIDAD	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €
Tasa estimada incremento del coste	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Coste variable total de "I/E lleno"	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €
Coste variable unitario de "I/E vacio" con CANON de ACTIVIDAD	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €	73,91 €
Tasa estimada incremento del coste	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Coste variable total de "I/E vacio"	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €	5.482.661,37 €
Inversión Inicial Obra Civil en Euros									
% S/Inversión inicial Obra Civil de coste mantenimiento									
Coste Mantenimiento Obra Civil	469.336,30 €	475.578,47 €	481.903,67 €	488.312,98 €	494.807,55 €	501.388,49 €	508.056,95 €	514.814,11 €	521.661,14 €
Tasa estimada incremento costes mantenim. Obra Civil	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Total de Costes Variables	11.434.659,05 €	11.440.901,22 €	11.447.226,41 €	11.453.635,73 €	11.460.130,29 €	11.466.711,23 €	11.473.379,70 €	11.480.136,86 €	11.486.983,89 €
Coste de personal	5.934.307,46 €	6.052.993,61 €	6.174.053,48 €	6.297.534,55 €	6.423.485,24 €	6.551.954,94 €	6.682.994,04 €	6.816.653,92 €	6.952.987,00 €
Coste de gastos generales	537.020,59 €	547.761,00 €	558.716,22 €	569.890,55 €	581.288,36 €	592.914,12 €	604.772,41 €	616.867,85 €	629.205,21 €
Seguros (por contenedor)	58.270,30 €	59.435,70 €	60.624,42 €	61.836,91 €	63.073,64 €	64.335,12 €	65.621,82 €	66.934,25 €	68.272,94 €
Coste mantenimiento TOS	71.412,31 €	72.840,56 €	74.297,37 €	75.783,32 €	77.298,98 €	78.844,96 €	80.421,86 €	82.030,30 €	83.670,91 €
Gastos Financieros	85.694,77 €	87.408,67 €	89.156,84 €	90.939,98 €	92.758,78 €	94.613,96 €	96.506,23 €	98.436,36 €	100.405,09 €
O.S., Servicios, administración, alquileres y otros gastos fijos	428.473,87 €	437.043,35 €	445.784,22 €	454.699,90 €	463.793,90 €	473.069,78 €	482.531,17 €	492.181,80 €	502.025,43 €
Tasa estimada de incremento de gastos	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Total de costes fijos	7.115.179,30 €	7.257.482,89 €	7.402.632,55 €	7.550.685,20 €	7.701.698,90 €	7.855.732,88 €	8.012.847,54 €	8.173.104,49 €	8.336.566,58 €
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS	18.549.838,35 €	18.698.384,11 €	18.849.858,96 €	19.004.320,93 €	19.161.829,20 €	19.322.444,12 €	19.486.227,24 €	19.653.241,35 €	19.823.550,47 €
MARGEN OPERATIVO BRUTO	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27
MARGEN OPERATIVO BRUTO	4.455.972,18 €	4.753.080,43 €	5.055.980,32 €	5.364.785,68 €	5.679.612,60 €	6.000.579,44 €	6.327.806,92 €	6.661.418,15 €	7.001.538,66 €
Porcentaje de incremento	7,00%	6,67%	6,37%	6,11%	5,87%	5,65%	5,45%	5,27%	5,11%

CÁLCULO DE LA CUENTA DE RESULTADOS CONVENCIONAL

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Ingresos operativos		8.149.040,83 €	13.290.113,70 €	16.933.342,15 €	17.260.302,53 €	17.593.646,42 €	17.933.499,42 €	18.279.989,62 €	18.633.247,63 €	18.993.406,65 €
Gastos operativos		10.726.915,70 €	14.228.571,86 €	16.528.250,72 €	16.636.963,91 €	16.747.817,52 €	16.860.853,89 €	16.976.116,23 €	17.093.648,59 €	17.213.495,92 €
Beneficio operativo (EBITDA)		-2.577.874,87 €	-938.458,16 €	405.091,43 €	623.338,62 €	845.828,90 €	1.072.645,53 €	1.303.873,39 €	1.539.599,03 €	1.779.910,73 €
Amortización anual		4.601.696,30 €	3.105.867,72 €	3.105.867,72 €	3.105.867,72 €	3.105.867,72 €	3.105.867,72 €	3.105.867,72 €	3.105.867,72 €	3.105.867,72 €
Beneficio antes de Intereses e Impuestos (BAII)		-7.179.571,17 €	-4.044.325,88 €	-2.700.776,29 €	-2.482.529,11 €	-2.260.038,82 €	-2.033.222,19 €	-1.801.994,34 €	-1.566.268,69 €	-1.325.956,99 €
Intereses		2.282.663,31 €	2.523.344,94 €	2.414.639,57 €	2.305.934,20 €	2.197.228,83 €	2.088.523,46 €	1.979.818,09 €	1.871.112,72 €	1.762.407,35 €
Beneficios antes de impuestos (BAI)	0,00 €	-9.462.234,48 €	-6.567.670,83 €	-5.115.415,87 €	-4.788.463,31 €	-4.457.267,66 €	-4.121.745,66 €	-3.781.812,43 €	-3.437.381,41 €	-3.088.364,34 €
(Tipo impositivo)		30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Impuestos		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Beneficio neto (BN) o BDI		-9.462.234,48 €	-6.567.670,83 €	-5.115.415,87 €	-4.788.463,31 €	-4.457.267,66 €	-4.121.745,66 €	-3.781.812,43 €	-3.437.381,41 €	-3.088.364,34 €
Porcentaje de incremento			-30,59%	-22,11%	-6,39%	-6,92%	-7,53%	-8,25%	-9,11%	-10,15%

CÁLCULO DEL FLUJO DE FONDOS PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Margen operativo bruto		-2.577.874,87 €	-938.458,16 €	405.091,43 €	623.338,62 €	845.828,90 €	1.072.645,53 €	1.303.873,39 €	1.539.599,03 €	1.779.910,73 €
Impuestos		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
NOF (% de ingresos operativos)	-4,00%	-325.961,63 €	-531.604,55 €	-677.333,69 €	-690.412,10 €	-703.745,86 €	-717.339,98 €	-731.199,58 €	-745.329,91 €	-759.736,27 €
Incremento de necesidades operativas de fondos (NOF)		-325.961,63 €	-205.642,91 €	-145.729,14 €	-13.078,42 €	-13.333,76 €	-13.594,12 €	-13.859,61 €	-14.130,32 €	-14.406,36 €
Flujo de caja disponible para el servicio de la deuda (FCD)		-2.251.913,24 €	-732.815,24 €	550.820,57 €	636.417,03 €	859.162,66 €	1.086.239,65 €	1.317.733,00 €	1.553.729,35 €	1.794.317,10 €

CÁLCULO DE LA CUENTA DE RESULTADOS CONVENCIONAL									
	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Ingresos operativos	19.360.602,53 €	19.734.973,78 €	20.116.661,67 €	20.505.810,27 €	20.902.566,48 €	21.307.080,13 €	21.719.504,00 €	22.139.993,91 €	22.568.708,74 €
Gastos operativos	17.335.704,02 €	17.460.319,64 €	17.587.390,43 €	17.716.965,02 €	17.849.092,97 €	17.983.824,84 €	18.121.212,20 €	18.261.307,64 €	18.404.164,79 €
Beneficio operativo (EBITDA)	2.024.898,51 €	2.274.654,14 €	2.529.271,24 €	2.788.845,25 €	3.053.473,52 €	3.323.255,29 €	3.598.291,80 €	3.878.686,27 €	4.164.543,95 €
Amortización anual	3.105.867,72 €	2.955.867,72 €	2.955.867,72 €	2.955.867,72 €	2.955.867,72 €	2.955.867,72 €	3.079.597,88 €	3.220.878,92 €	3.220.878,92 €
Beneficio antes de Intereses e Impuestos (BAII)	-1.080.969,22 €	-681.213,58 €	-426.596,49 €	-167.022,47 €	97.605,79 €	367.387,57 €	518.693,92 €	657.807,35 €	943.665,03 €
Intereses	1.653.701,98 €	1.547.621,61 €	1.444.166,24 €	1.340.710,87 €	1.237.255,50 €	1.133.800,13 €	1.156.306,15 €	1.176.737,00 €	112.730,76 €
Beneficios antes de impuestos (BAI)	-2.734.671,20 €	-2.228.835,20 €	-1.870.762,73 €	-1.507.733,34 €	-1.139.649,71 €	-766.412,56 €	-637.612,22 €	-518.929,65 €	830.934,27 €
Impuestos (Tipo impositivo)	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Impuestos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	249.280,28 €
Beneficio neto (BN) o BDI	-2.734.671,20 €	-2.228.835,20 €	-1.870.762,73 €	-1.507.733,34 €	-1.139.649,71 €	-766.412,56 €	-637.612,22 €	-518.929,65 €	581.653,99 €
Porcentaje de incremento	-11,45%	-18,50%	-16,07%	-19,41%	-24,41%	-32,75%	-16,81%	-18,61%	-212,09%
CÁLCULO DEL FLUJO DE FONDOS PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA									
	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Margen operativo bruto	2.024.898,51 €	2.274.654,14 €	2.529.271,24 €	2.788.845,25 €	3.053.473,52 €	3.323.255,29 €	3.598.291,80 €	3.878.686,27 €	4.164.543,95 €
Impuestos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	249.280,28 €
NOF (% de ingresos operativos)	-4,00%	-774.424,10 €	-789.398,95 €	-804.666,47 €	-820.232,41 €	-836.102,66 €	-852.283,21 €	-868.780,16 €	-885.599,76 €
Incremento de necesidades operativas de fondos (NOF)	-14.687,83 €	-14.974,85 €	-15.267,52 €	-15.565,94 €	-15.870,25 €	-16.180,55 €	-16.496,95 €	-16.819,60 €	-17.148,59 €
Flujo de caja disponible para el servicio de la deuda (FCD)	2.039.586,34 €	2.289.628,99 €	2.544.538,75 €	2.804.411,19 €	3.069.343,76 €	3.339.435,84 €	3.614.788,76 €	3.895.505,87 €	3.932.412,26 €

CÁLCULO DE LA CUENTA DE RESULTADOS CONVENCIONAL									
	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27
Ingresos operativos	23.005.810,53 €	23.451.464,54 €	23.905.839,28 €	24.369.106,61 €	24.841.441,79 €	25.323.023,55 €	25.814.034,16 €	26.314.659,50 €	26.825.089,12 €
Gastos operativos	18.549.838,35 €	18.698.384,11 €	18.849.858,96 €	19.004.320,93 €	19.161.829,20 €	19.322.444,12 €	19.486.227,24 €	19.653.241,35 €	19.823.550,47 €
Beneficio operativo (EBITDA)	4.455.972,18 €	4.753.080,43 €	5.055.980,32 €	5.364.785,68 €	5.679.612,60 €	6.000.579,44 €	6.327.806,92 €	6.661.418,15 €	7.001.538,66 €
Amortización anual	3.220.878,92 €	3.220.878,92 €	3.220.878,92 €	3.220.878,92 €	3.220.878,92 €	3.220.878,92 €	3.220.878,92 €	3.220.878,92 €	3.220.878,92 €
Beneficio antes de Intereses e Impuestos (BAII)	1.235.093,27 €	1.532.201,51 €	1.835.101,40 €	2.143.906,77 €	2.458.733,68 €	2.779.700,52 €	3.106.928,00 €	3.440.539,23 €	3.780.659,74 €
Intereses	112.730,76 €	112.730,76 €	112.730,76 €	112.730,76 €	112.730,76 €	112.730,76 €	112.730,76 €	112.730,76 €	112.730,76 €
Beneficios antes de impuestos (BAI)	1.122.362,50 €	1.419.470,75 €	1.722.370,64 €	2.031.176,00 €	2.346.002,92 €	2.666.969,76 €	2.994.197,24 €	3.327.808,47 €	3.667.928,98 €
Impuestos (Tipo impositivo)	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Impuestos	336.708,75 €	425.841,23 €	516.711,19 €	609.352,80 €	703.800,87 €	800.090,93 €	898.259,17 €	998.342,54 €	1.100.378,69 €
Beneficio neto (BN) o BDI	785.653,75 €	993.629,53 €	1.205.659,45 €	1.421.823,20 €	1.642.202,04 €	1.866.878,83 €	2.095.938,07 €	2.329.465,93 €	2.567.550,28 €
Porcentaje de incremento	35,07%	26,47%	21,34%	17,93%	15,50%	13,68%	12,27%	11,14%	10,22%

CÁLCULO DEL FLUJO DE FONDOS PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA									
	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27
Margen operativo bruto	4.455.972,18 €	4.753.080,43 €	5.055.980,32 €	5.364.785,68 €	5.679.612,60 €	6.000.579,44 €	6.327.806,92 €	6.661.418,15 €	7.001.538,66 €
Impuestos	336.708,75 €	425.841,23 €	516.711,19 €	609.352,80 €	703.800,87 €	800.090,93 €	898.259,17 €	998.342,54 €	1.100.378,69 €
NOF (% de ingresos operativos)	-4,00%	-920.232,42 €	-938.058,58 €	-956.233,57 €	-974.764,26 €	-993.657,67 €	-1.012.920,94 €	-1.032.561,37 €	-1.052.586,38 €
Incremento de necesidades operativas de fondos (NOF)	-17.484,07 €	-17.826,16 €	-18.174,99 €	-18.530,69 €	-18.893,41 €	-19.263,27 €	-19.640,42 €	-20.025,01 €	-20.417,19 €
Flujo de caja disponible para el servicio de la deuda (FCD)	4.136.747,50 €	4.345.065,37 €	4.557.444,12 €	4.773.963,58 €	4.994.705,13 €	5.219.751,78 €	5.449.188,17 €	5.683.100,62 €	5.921.577,15 €

CÁLCULO DEL BALANCE TERMINAL CONVENCIONAL

Capital de los accionistas	10%	8.584.311,04 €	Caja necesaria (2% ingresos operativos)	4,00%	Stock (0% ingresos operativos)	0%
Financiación con deuda	90%	77.258.799,38 €	Clientes (8% ingresos operativos)	8,00%		
Inversión en inmovilizable y gastos amortizables	85.843.110		Proveedores (12% ingresos operativos)	12%		

BALANCE ANTES DEL REPARTO DE DIVIDENDOS

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Caja necesaria	0,00 €	325.961,63 €	531.604,55 €	677.333,69 €	690.412,10 €	703.745,86 €	717.339,98 €	731.199,58 €	745.329,91 €	759.736,27 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	-40.258.999,38 €	-877.923,44 €	-7.445.594,27 €	-12.561.010,14 €	-17.349.473,45 €	-21.806.741,10 €	-25.928.486,76 €	-29.710.299,19 €	-33.147.680,60 €	-36.236.044,95 €
Clientes	0,00 €	651.923,27 €	1.063.209,10 €	1.354.667,37 €	1.380.824,20 €	1.407.491,71 €	1.434.679,95 €	1.462.399,17 €	1.490.659,81 €	1.519.472,53 €
Stock	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado neto	83.843.110,43 €	62.918.103,70 €	70.542.635,98 €	67.436.768,25 €	64.330.900,53 €	61.225.032,80 €	58.119.165,08 €	55.013.297,35 €	51.907.429,63 €	48.801.561,90 €
Gasto amortizables netos	2.000.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total Activo	45.584.111,04 €	63.018.065,16 €	64.691.855,35 €	56.907.759,18 €	49.052.663,38 €	41.529.529,27 €	34.342.698,25 €	27.496.596,92 €	20.995.738,74 €	14.844.725,76 €
Proveedores	0,00 €	977.884,90 €	1.594.813,64 €	2.032.001,06 €	2.071.236,30 €	2.111.237,57 €	2.152.019,93 €	2.193.598,75 €	2.235.989,72 €	2.279.208,80 €
Deuda principal	36.999.800,00 €	62.918.103,70 €	70.542.635,98 €	67.436.768,25 €	64.330.900,53 €	61.225.032,80 €	58.119.165,08 €	55.013.297,35 €	51.907.429,63 €	48.801.561,90 €
Beneficios del año	0,00 €	-9.462.234,48 €	-6.567.670,83 €	-5.115.415,87 €	-4.788.463,31 €	-4.457.267,66 €	-4.121.745,66 €	-3.781.812,43 €	-3.437.381,41 €	-3.088.364,34 €
Reservas acumuladas	0,00 €	0,00 €	-9.462.234,48 €	-16.029.905,31 €	-21.145.321,18 €	-25.933.784,49 €	-30.391.052,15 €	-34.512.797,80 €	-38.294.610,23 €	-41.731.991,65 €
Capital	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €
Total Pasivo	45.584.111,04 €	63.018.065,16 €	64.691.855,35 €	56.907.759,18 €	49.052.663,38 €	41.529.529,27 €	34.342.698,25 €	27.496.596,92 €	20.995.738,74 €	14.844.725,76 €

CÁLCULO DE LOS DIVIDENDOS DISTRIBUIBLES

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Flujo de caja para el servicio de la deuda (FCD)	0,00 €	-2.251.913,24 €	-732.815,24 €	550.820,57 €	636.417,03 €	859.162,66 €	1.086.239,65 €	1.317.733,00 €	1.553.729,35 €	1.794.317,10 €
Servicio de la deuda anual(SD)	0,00 €	6.884.359,61 €	5.629.212,67 €	5.520.507,30 €	5.411.801,93 €	5.303.096,56 €	5.194.391,19 €	5.085.685,82 €	4.976.980,45 €	4.868.275,08 €
Flujo de caja disponible para dividendos (FCDiv=FCD-SD)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
FCDiv acumulado	0	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Beneficios del año	0	-9.136.272,85 €	-6.362.027,91 €	-4.969.686,73 €	-4.775.384,90 €	-4.443.933,90 €	-4.108.151,54 €	-3.767.952,82 €	-3.423.251,09 €	-3.073.957,98 €
Beneficios acumulados como limite al reparto de dividendos	0	-9.136.272,85 €	-15.498.300,76 €	-20.467.987,49 €	-25.243.372,39 €	-29.687.306,29 €	-33.795.457,83 €	-37.563.410,65 €	-40.986.661,74 €	-44.060.619,72 €
Dividendos repartibles anualmente	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Dividendos repartibles acumulados	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

CÁLCULO DEL BALANCE TRAS EL REPARTO DEL TOTAL DE LOS DIVIDENDOS REPARTIBLES

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Caja necesaria	0,00 €	325.961,63 €	531.604,55 €	677.333,69 €	690.412,10 €	703.745,86 €	717.339,98 €	731.199,58 €	745.329,91 €	759.736,27 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	-40.258.999	-551.962	-6.913.990	-11.883.676	-16.659.061	-21.102.995	-25.211.147	-28.979.100	-32.402.351	-35.476.309
Clientes	0,00 €	651.923,27 €	1.063.209,10 €	1.354.667,37 €	1.380.824,20 €	1.407.491,71 €	1.434.679,95 €	1.462.399,17 €	1.490.659,81 €	1.519.472,53 €
Stock	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inmovilizado neto	83.843.110	62.918.104	70.542.636	67.436.768	64.330.901	61.225.033	58.119.165	55.013.297	51.907.430	48.801.562
Gasto amortizables netos	2.000.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Activo	45.584.111,04 €	63.344.026,80 €	65.223.459,90 €	57.585.092,86 €	49.743.075,49 €	42.233.275,13 €	35.060.038,23 €	28.227.796,50 €	21.741.068,65 €	15.604.462,02 €
Proveedores	0,00 €	977.884,90 €	1.594.813,64 €	2.032.001,06 €	2.071.236,30 €	2.111.237,57 €	2.152.019,93 €	2.193.598,75 €	2.235.989,72 €	2.279.208,80 €
Deuda principal	36.999.800,00 €	62.918.103,70 €	70.542.635,98 €	67.436.768,25 €	64.330.900,53 €	61.225.032,80 €	58.119.165,08 €	55.013.297,35 €	51.907.429,63 €	48.801.561,90 €
Reservas (beneficios no distribuidos)	0,00 €	-9.136.272,85 €	-15.498.300,76 €	-20.467.987,49 €	-25.243.372,39 €	-29.687.306,29 €	-33.795.457,83 €	-37.563.410,65 €	-40.986.661,74 €	-44.060.619,72 €
Capital	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €
Total Pasivo	45.584.111,04 €	63.344.026,80 €	65.223.459,90 €	57.585.092,86 €	49.743.075,49 €	42.233.275,13 €	35.060.038,23 €	28.227.796,50 €	21.741.068,65 €	15.604.462,02 €

CÁLCULO DEL BALANCE TERMINAL CONVENCIONAL

Capital de los accionistas	10%
Financiación con deuda	90%
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables	85.843.110

BALANCE ANTES DEL REPARTO DE DIVIDENDOS

	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Caja necesaria	774.424,10 €	789.398,95 €	804.666,47 €	820.232,41 €	836.102,66 €	852.283,21 €	868.780,16 €	885.599,76 €	902.748,35 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	-38.970.716,15 €	-41.199.551,34 €	-43.070.314,07 €	-44.578.047,41 €	-45.717.697,12 €	-46.484.109,68 €	-47.121.721,91 €	-47.640.651,56 €	-47.058.997,57 €
Clientes	1.548.848,20 €	1.578.797,90 €	1.609.332,93 €	1.640.464,82 €	1.672.205,32 €	1.704.566,41 €	1.737.560,32 €	1.771.199,51 €	1.805.496,70 €
Stock	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado neto	45.695.694,18 €	42.739.826,46 €	39.783.958,73 €	36.828.091,01 €	33.872.223,28 €	30.916.355,56 €	31.497.519,55 €	32.010.617,75 €	28.789.738,84 €
Gasto amortizables netos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total Activo	9.048.250,34 €	3.908.471,97 €	-872.355,94 €	-5.289.259,18 €	-9.337.165,86 €	-13.010.904,51 €	-13.017.861,87 €	-12.973.234,53 €	-15.561.013,69 €
Proveedores	2.323.272,30 €	2.368.196,85 €	2.413.999,40 €	2.460.697,23 €	2.508.307,98 €	2.556.849,62 €	2.606.340,48 €	2.656.799,27 €	2.708.245,05 €
Deuda principal	45.695.694,18 €	42.739.826,46 €	39.783.958,73 €	36.828.091,01 €	33.872.223,28 €	30.916.355,56 €	31.497.519,55 €	32.010.617,75 €	28.789.738,84 €
Beneficios del año	-2.734.671,20 €	-2.228.835,20 €	-1.870.762,73 €	-1.507.733,34 €	-1.139.649,71 €	-766.412,56 €	-637.612,22 €	-518.929,65 €	581.653,99 €
Reservas acumuladas	-44.820.355,99 €	-47.555.027,19 €	-49.783.862,38 €	-51.654.625,11 €	-53.162.358,46 €	-54.302.008,16 €	-55.068.420,73 €	-55.706.032,95 €	-56.224.962,60 €
Capital	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €
Total Pasivo	9.048.250,34 €	3.908.471,97 €	-872.355,94 €	-5.289.259,18 €	-9.337.165,86 €	-13.010.904,51 €	-13.017.861,87 €	-12.973.234,53 €	-15.561.013,69 €

CÁLCULO DE LOS DIVIDENDOS DISTRIBUIBLES

	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Flujo de caja para el servicio de la deuda (FCD)	2.039.586,34 €	2.289.628,99 €	2.544.538,75 €	2.804.411,19 €	3.069.343,76 €	3.339.435,84 €	3.614.788,76 €	3.895.505,87 €	3.932.412,26 €
Servicio de la deuda anual(SD)	4.759.569,71 €	4.503.489,34 €	4.400.033,97 €	4.296.578,60 €	4.193.123,22 €	4.089.667,85 €	4.235.904,03 €	4.397.615,92 €	3.333.609,68 €
Flujo de caja disponible para dividendos (FCDiv=FCD-SD)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	598.802,58 €
FCDiv acumulado	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	598.802,58 €
Beneficios del año	-2.719.983,36 €	-2.213.860,35 €	-1.855.495,21 €	-1.492.167,40 €	-1.123.779,46 €	-750.232,01 €	-621.115,27 €	-502.110,05 €	598.802,58 €
Beneficios acumulados como limite al reparto de dividendos	-46.780.603,09 €	-48.994.463,43 €	-50.849.958,64 €	-52.342.126,05 €	-53.465.905,51 €	-54.216.137,52 €	-54.837.252,79 €	-55.339.362,84 €	-54.740.560,26 €
Dividendos repartibles anualmente	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	598.802,58 €
Dividendos repartibles acumulados	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

CÁLCULO DEL BALANCE TRAS EL REPARTO DEL TOTAL DE LOS DIVIDENDOS REPARTIBLES

	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Caja necesaria	774.424,10 €	789.398,95 €	804.666,47 €	820.232,41 €	836.102,66 €	852.283,21 €	868.780,16 €	885.599,76 €	902.748,35 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	-38.196.292	-40.410.152	-42.265.648	-43.757.815	-44.881.594	-45.631.826	-46.252.942	-46.755.052	-46.156.249
Clientes	1.548.848,20 €	1.578.797,90 €	1.609.332,93 €	1.640.464,82 €	1.672.205,32 €	1.704.566,41 €	1.737.560,32 €	1.771.199,51 €	1.805.496,70 €
Stock	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inmovilizado neto	45.695.694	42.739.826	39.783.959	36.828.091	33.872.223	30.916.356	31.497.520	32.010.618	28.789.739
Gasto amortizables netos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Activo	9.822.674,44 €	4.697.870,92 €	-67.689,47 €	-4.469.026,77 €	-8.501.063,20 €	-12.158.621,31 €	-12.149.081,71 €	-12.087.634,78 €	-14.658.265,34 €
Proveedores	2.323.272,30 €	2.368.196,85 €	2.413.999,40 €	2.460.697,23 €	2.508.307,98 €	2.556.849,62 €	2.606.340,48 €	2.656.799,27 €	2.708.245,05 €
Deuda principal	45.695.694,18 €	42.739.826,46 €	39.783.958,73 €	36.828.091,01 €	33.872.223,28 €	30.916.355,56 €	31.497.519,55 €	32.010.617,75 €	28.789.738,84 €
Reservas (beneficios no distribuidos)	-46.780.603,09 €	-48.994.463,43 €	-50.849.958,64 €	-52.342.126,05 €	-53.465.905,51 €	-54.216.137,52 €	-54.837.252,79 €	-55.339.362,84 €	-54.740.560,26 €
Capital	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €
Total Pasivo	9.822.674,44 €	4.697.870,92 €	-67.689,47 €	-4.469.026,77 €	-8.501.063,20 €	-12.158.621,31 €	-12.149.081,71 €	-12.087.634,78 €	-14.658.265,34 €

CÁLCULO DEL BALANCE TERMINAL CONVENCIONAL

Capital de los accionistas	10%
Financiación con deuda	90%
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables	85.843.110

BALANCE ANTES DEL REPARTO DE DIVIDENDOS

	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27
Caja necesaria	920.232,42 €	938.058,58 €	956.233,57 €	974.764,26 €	993.657,67 €	1.012.920,94 €	1.032.561,37 €	1.052.586,38 €	1.073.003,56 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	-46.273.343,82 €	-45.279.714,29 €	-44.074.054,84 €	-42.652.231,64 €	-41.010.029,60 €	-39.143.150,77 €	-37.047.212,70 €	-34.717.746,77 €	-32.150.196,49 €
Clientes	1.840.464,84 €	1.876.117,16 €	1.912.467,14 €	1.949.528,53 €	1.987.315,34 €	2.025.841,88 €	2.065.122,73 €	2.105.172,76 €	2.146.007,13 €
Stock	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado neto	25.568.859,92 €	22.347.981,00 €	19.127.102,08 €	15.906.223,16 €	12.685.344,24 €	9.464.465,33 €	6.243.586,41 €	3.022.707,49 €	-198.171,43 €
Gasto amortizables netos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total Activo	-17.943.786,64 €	-20.117.557,55 €	-22.078.252,05 €	-23.821.715,68 €	-25.343.712,34 €	-26.639.922,62 €	-27.705.942,19 €	-28.537.280,14 €	-29.129.357,22 €
Proveedores	2.760.697,26 €	2.814.175,75 €	2.868.700,71 €	2.924.292,79 €	2.980.973,02 €	3.038.762,83 €	3.097.684,10 €	3.157.759,14 €	3.219.010,69 €
Deuda principal	25.568.859,92 €	22.347.981,00 €	19.127.102,08 €	15.906.223,16 €	12.685.344,24 €	9.464.465,33 €	6.243.586,41 €	3.022.707,49 €	-198.171,43 €
Beneficios del año	785.653,75 €	993.629,53 €	1.205.659,45 €	1.421.823,20 €	1.642.202,04 €	1.866.878,83 €	2.095.938,07 €	2.329.465,93 €	2.567.550,28 €
Reservas acumuladas	-55.643.308,61 €	-54.857.654,86 €	-53.864.025,33 €	-52.658.365,88 €	-51.236.542,68 €	-49.594.340,64 €	-47.727.461,81 €	-45.631.523,74 €	-43.302.057,82 €
Capital	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €
Total Pasivo	-17.943.786,64 €	-20.117.557,55 €	-22.078.252,05 €	-23.821.715,68 €	-25.343.712,34 €	-26.639.922,62 €	-27.705.942,19 €	-28.537.280,14 €	-29.129.357,22 €

CÁLCULO DE LOS DIVIDENDOS DISTRIBUIBLES

	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27
Flujo de caja para el servicio de la deuda (FCD)	4.136.747,50 €	4.345.065,37 €	4.557.444,12 €	4.773.963,58 €	4.994.705,13 €	5.219.751,78 €	5.449.188,17 €	5.683.100,62 €	5.921.577,15 €
Servicio de la deuda anual(SD)	3.333.609,68 €	3.333.609,68 €	3.333.609,68 €	3.333.609,68 €	3.333.609,68 €	3.333.609,68 €	3.333.609,68 €	3.333.609,68 €	3.333.609,68 €
Flujo de caja disponible para dividendos (FCDiv=FCD-SD)	803.137,82 €	1.011.455,69 €	1.223.834,44 €	1.440.353,90 €	1.661.095,45 €	1.886.142,10 €	2.115.578,49 €	2.349.490,94 €	2.587.967,47 €
FCDiv acumulado	1.401.940,41 €	2.413.396,09 €	3.637.230,53 €	5.077.584,43 €	6.738.679,88 €	8.624.821,98 €	10.740.400,47 €	13.089.891,41 €	15.677.858,88 €
Beneficios del año	803.137,82 €	1.011.455,69 €	1.223.834,44 €	1.440.353,90 €	1.661.095,45 €	1.886.142,10 €	2.115.578,49 €	2.349.490,94 €	2.587.967,47 €
Beneficios acumulados como limite al reparto de dividendos	-53.937.422,44 €	-52.925.966,75 €	-51.702.132,31 €	-50.261.778,42 €	-48.600.682,97 €	-46.714.540,87 €	-44.598.962,38 €	-42.249.471,44 €	-39.661.503,97 €
Dividendos repartibles anualmente	1.401.940,41 €	2.413.396,09 €	3.637.230,53 €	5.077.584,43 €	6.738.679,88 €	8.624.821,98 €	10.740.400,47 €	13.089.891,41 €	15.677.858,88 €
Dividendos repartibles acumulados	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

CÁLCULO DEL BALANCE TRAS EL REPARTO DEL TOTAL DE LOS DIVIDENDOS REPARTIBLES

	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27
Caja necesaria	920.232,42 €	938.058,58 €	956.233,57 €	974.764,26 €	993.657,67 €	1.012.920,94 €	1.032.561,37 €	1.052.586,38 €	1.073.003,56 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	-45.353.111	-44.341.656	-43.117.821	-41.677.467	-40.016.372	-38.130.230	-36.014.651	-33.665.160	-31.077.193
Clientes	1.840.464,84 €	1.876.117,16 €	1.912.467,14 €	1.949.528,53 €	1.987.315,34 €	2.025.841,88 €	2.065.122,73 €	2.105.172,76 €	2.146.007,13 €
Stock	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inmovilizado neto	25.568.860	22.347.981	19.127.102	15.906.223	12.685.344	9.464.465	6.243.586	3.022.707	-198.171
Gasto amortizables netos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Activo	-17.023.554,21 €	-19.179.498,96 €	-21.122.018,47 €	-22.846.951,42 €	-24.350.054,67 €	-25.627.001,67 €	-26.673.380,83 €	-27.484.693,77 €	-28.056.353,66 €
Proveedores	2.760.697,26 €	2.814.175,75 €	2.868.700,71 €	2.924.292,79 €	2.980.973,02 €	3.038.762,83 €	3.097.684,10 €	3.157.759,14 €	3.219.010,69 €
Deuda principal	25.568.859,92 €	22.347.981,00 €	19.127.102,08 €	15.906.223,16 €	12.685.344,24 €	9.464.465,33 €	6.243.586,41 €	3.022.707,49 €	-198.171,43 €
Reservas (beneficios no distribuidos)	-53.937.422,44 €	-52.925.966,75 €	-51.702.132,31 €	-50.261.778,42 €	-48.600.682,97 €	-46.714.540,87 €	-44.598.962,38 €	-42.249.471,44 €	-39.661.503,97 €
Capital	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €	8.584.311,04 €
Total Pasivo	-17.023.554,21 €	-19.179.498,96 €	-21.122.018,47 €	-22.846.951,42 €	-24.350.054,67 €	-25.627.001,67 €	-26.673.380,83 €	-27.484.693,77 €	-28.056.353,66 €

COSTE POR CONTENEDOR EN LA TERMINAL AUTOMATIZADA

Capacidad almacenamiento (cont/año)	148.358	Transbordo	0%
Capacidad almacenamiento (TEUS/año)	270.309	I/E	100%
Máximo número de turnos diarios	3	Ratio cont/TEU	1,822
Máximo número de horas por turno	6		
Número de festivos aplicables anuales	14		
Otros días no productivos (domingos)	53		
Total días laborables al año	299		
Máximo número de horas de trabajo al año	1.680	8640	
Sueldo/año estibador	80.000,00 €		
Superficie patio (m2)	150.000,00		
Años concesión	17,00		

SUBSISTEMA CARGA/DESCARGA + ALMACENAMIENTO + RECEPCIÓN Y ENTREGA				
COSTES DIRECTOS				
PERSONAL				
Personal	Mano media	Salario	Jornadas necesarias al año	Coste total
Capataz	0,50	267,56 €		132.314,97 €
Clasificador	1,00	267,56 €		264.629,94 €
Estibadores+trincad.	1,75	267,56 €		463.102,40 €
Gruista+sobordist.	1,50	267,56 €	989	396.944,92 €
Conductor Straddle Carrier	0,00	267,56 €		0,00 €
Conductor Shuttle Carrier	0,00	267,56 €		0,00 €
Conductor RS	1,00	267,56 €		264.629,94 €
Gruista ASC	0,00	267,56 €		0,00 €
Total	5,75			1.521.622,18 €

Coste/contenedor 10,26 €

EQUIPOS							
Equipo	Coste unitario	Vida útil (Años)	Uds a adquirir	Consumo (€)	Valor amortizable (€)	Amortiz./año (€)	Mantenimiento (€/TEU)
Grúa STS	5.500.000,00 €	27	3	186.931,28 €	17.060.793,85 €	631.881,25 €	1,20 €
Reach Stackler	400.000,00 €	15	3	62.310,43 €	1.386.931,28 €	92.462,09 €	0,60 €
Grúas ASC	2.000.000,00 €	27	12	106.817,88 €	25.281.814,52 €	1.623.529,41 €	1,10 €
Shuttle Carrier	550.000,00 €	15	10	106.817,88 €	6.568.178,77 €	437.878,58 €	0,80 €
Straddle Carrier	550.000,00 €	15	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,80 €
TOS	3.000.000,00 €	15	1	0,00 €	3.000.000,00 €	200.000,00 €	0,00 €
Total				462.877,47 €	53.297.718,43 €	2.985.751,33 €	4,50 €

Amortización al año equipos	2.985.751,33 €	Coste equipo/cont.	16,10 €
Consumo equipos	462.877,47 €	Coste consumo/cont	2,60 €
Mantenimiento equipos	366.416,98 €	Coste mnto/cont.	2,47 €
Mantenimiento (€/cont)	2,47 €		

COSTES INDIRECTOS			
	Total	Coste/contenedor	Total CI/contenedor
Personal indirecto	3.227.193,00 €	17,90	
Gastos generales	431.000,00 €	2,80	
Sistema hardware y software (anual)	150.000,00 €	1,01	32,25
Gastos financieros	60.000,00 €	0,40	
Tasa netas + O.S	405.000,00 €	2,73	
Seguros	700.000,00 €	4,30	
Seguridad	500.000,00 €	3,10	
COSTE TOTAL POR CONTENEDOR (€/cont)			61,20 €

DISTRIBUCIÓN ANUAL DE INVERSIONES TERMINAL AUTOMATIZADA

Supuestos:

Precio y coste de los contenedores U/E tendrán un incremento de valor	2%
Precio y coste de los contenedores T tendrán un incremento de valor	1,33%
Ingreso medio por stock del contenedor tendrá un incremento de valor	1,33%
Coste anual de mito infraestructuras y obra civil	1,00%
Coste anual de mito infraestructuras y obra civil tendrá un incremento	1,33%
Costes fijos tendrán un incremento de valor anual del	2,00%
En año 0 y 1, se supone un 50% de la capacidad de la terminal	50,00%
En año 2, un 80% de la capacidad	80,00%
En año 3, un 100% de la capacidad	100,00%

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Tráfico de contenedores									
Obra Civil Total	47.137.300,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Obra Civil parcelificada	47.137.300,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Años de concesión	27	26	25	24	23	22	21	20	19
Cantidad Amortización anual	1.745.825,93 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortiz. Acumulado total	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €
Grúas									
Grúas total a adquirir	3								
Precio unitario grúa	5.500.000,00 €	5.610.000,00 €	5.722.200,00 €	5.836.644,00 €	5.953.376,88 €	6.072.444,42 €	6.193.893,31 €	6.317.771,17 €	6.444.126,60 €
Incremento coste anual grúa	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Nº grúas adquiridas ese año	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	16.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Cantidad Amortización anual	611.111,11 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortiz./año	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €
Total amorti. Acumulado	611.111,11 €	1.222.222,22 €	1.833.333,33 €	2.444.444,44 €	3.055.555,55 €	3.666.666,66 €	4.277.777,77 €	4.888.888,88 €	5.500.000,00 €
ASC									
ASC/Grúa	2								
Pilas óptimas a disponer	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Nº ASC totales	6	10	12	0	0	0	0	0	0
Precio unitario ASC	2.000.000,00 €	2.040.000,00 €	2.080.800,00 €	2.122.416,00 €	2.164.864,32 €	2.208.161,61 €	2.252.324,64 €	2.297.371,34 €	2.343.318,74 €
Incremento coste ASC anual	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Nº ASC adquiridos ese año	6	6	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	12.000.000,00 €	12.240.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	27	26	27	27	27	27	27	27	27
Cantidad Amortización anual	444.444,44 €	470.769,23 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortiz./año	444.444,44 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €
Total amorti. Acumulado	444.444,44 €	1.359.658,12 €	2.274.871,79 €	3.190.085,47 €	4.105.299,15 €	5.020.512,82 €	5.935.726,50 €	6.850.940,17 €	7.766.153,85 €
Shuttle Carrier									
Shuttle Carrier necesarios	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Shuttle Carrier óptimos a disponer	5	8	10	0	0	0	0	0	0
Precio unitario Shuttle Carrier	550.000,00 €	561.000,00 €	572.200,00 €	583.664,40 €	595.337,69 €	607.244,44 €	619.389,33 €	631.777,12 €	644.412,66 €
Incremento coste Shuttle Carrier anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Nº Shuttle Carrier adquiridos ese año	5	5	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	2.750.000,00 €	2.805.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	15	14	15	15	15	15	15	15	15
Cantidad Amortización anual	183.333,33 €	200.357,14 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortiz./año	183.333,33 €	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €
Total amorti. Acumulado	183.333,33 €	567.023,81 €	950.714,29 €	1.334.404,76 €	1.718.095,24 €	2.101.785,71 €	2.485.476,19 €	2.869.166,67 €	3.252.857,14 €
Straddle Carrier									
Straddle Carrier necesarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straddle Carrier óptimos a disponer	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precio unitario Straddle Carrier	550.000,00 €	561.000,00 €	572.200,00 €	583.664,40 €	595.337,69 €	607.244,44 €	619.389,33 €	631.777,12 €	644.412,66 €
Incremento coste Straddle Carrier anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Nº Straddle Carrier adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortiz./año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amorti. Acumulado	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
TOS									
Coste adquisición	3.000.000,00 €								
Amortizable en años	10								
Coste mantenimiento	0								
Incremento coste TOS	0%								
Cantidad Amortización anual	300.000,00 €								
Total amortiz./año	300.000,00 €	300.000,00 €	300.000,00 €	300.000,00 €	300.000,00 €	300.000,00 €	300.000,00 €	300.000,00 €	300.000,00 €
Total amorti. Acumulado	300.000,00 €	600.000,00 €	900.000,00 €	1.200.000,00 €	1.500.000,00 €	1.800.000,00 €	2.100.000,00 €	2.400.000,00 €	2.700.000,00 €
Reach Stacker									
RS a disponer	3								
Precio unitario RS	400.000,00 €	408.000,00 €	416.160,00 €	424.483,20 €	432.972,86 €	441.632,32 €	450.464,97 €	459.474,27 €	468.663,75 €
Incremento coste RTG anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Nº RS adquiridos ese año	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	1.200.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	15	14	15	15	15	15	15	15	15
Cantidad Amortización anual	80.000,00 €	29.142,86 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortiz./año	80.000,00 €	69.142,86 €	69.142,86 €	69.142,86 €	69.142,86 €	69.142,86 €	69.142,86 €	69.142,86 €	69.142,86 €
Total amorti. Acumulado	80.000,00 €	109.142,86 €	178.285,71 €	247.428,57 €	316.571,43 €	385.714,29 €	454.857,14 €	524.000,00 €	593.142,86 €
Total amortización/año	3.324.714,81 €	700.269,23 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado acumulado anual	81.987.300,00 €	15.453.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado acumulado total	81.987.300,00 €	97.440.300,00 €	97.440.300,00 €	97.440.300,00 €	97.440.300,00 €	97.440.300,00 €	97.440.300,00 €	97.440.300,00 €	97.440.300,00 €
Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	

DISTRIBUCIÓN ANUAL DE INVERSIONES TERMINAL AUTOMATIZADA

Supuestos:

Precio y coste de los contenedores 1/E tendrán un incremento de valor	2%
Precio y coste de los contenedores T tendrán un incremento de valor	1,33%
Ingreso medio por stockeaje del contenedor tendrá un incremento de valor	1,33%
Coste anual de mnto infraestructuras y obra civil	1,00%
Coste anual de mnto infraestructuras y obra civil tendrá un incremento	1,33%
Coste fijos tendrán un incremento de valor anual del	2,00%
En año 0 y 1, se supone un 50% de la capacidad de la terminal	50,00%
En año 2, un 80% de la capacidad	80,00%
En año 3, un 100% de la capacidad	100,00%

	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Tráfico de contenedores	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358	148.358
Obra Civil Total	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Obra Civil periodificada	18	17	16	15	14	13	12	11	10
Años de concesión	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortiz. Acumulado total	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €
Grúas									
Grúas total a adquirir	6.573.009,13 €	6.704.469,31 €	6.838.558,70 €	6.975.329,87 €	7.114.836,47 €	7.257.133,20 €	7.402.275,86 €	7.550.321,38 €	7.701.327,81 €
Precio unitario grúa	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Incremento coste anual grúa	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Nº grúas adquiridas ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €
Total amortiz. Acumulado	6.111.111,11 €	6.722.222,22 €	7.333.333,33 €	7.944.444,44 €	8.555.555,56 €	9.166.666,67 €	9.777.777,78 €	10.388.888,89 €	11.000.000,00 €
ASC									
ASC/Grúa	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Pilas óptimas a disponer	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nº ASC totales	2.300.185,14 €	2.437.988,84 €	2.486.748,02 €	2.536.483,59 €	2.587.215,36 €	2.638.957,53 €	2.691.736,88 €	2.745.571,41 €	2.800.482,84 €
Precio unitario ASC	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Incremento coste ASC anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Nº ASC adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €
Total amortiz. Acumulado	8.681.367,52 €	9.596.581,20 €	10.511.794,87 €	11.427.008,55 €	12.342.222,22 €	13.257.435,90 €	14.172.649,57 €	15.087.863,25 €	16.003.076,92 €
Shuttle Carrier									
Shuttle Carrier necesarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Shuttle Carrier óptimos a disponer	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precio unitario Shuttle Carrier	657.300,91 €	670.446,93 €	683.855,87 €	697.532,98 €	711.483,65 €	725.713,32 €	740.227,59 €	755.032,14 €	770.132,78 €
Incremento coste Shuttle Carrier anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Nº Shuttle Carrier adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	15	15	15	15	15	15	12	11	15
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	308.428,16 €	343.196,43 €	0,00 €
Total amortizar/año	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €	508.785,30 €	651.624,59 €	343.196,43 €
Total amortiz. Acumulado	3.636.547,62 €	4.020.238,10 €	4.403.928,57 €	4.787.619,05 €	5.171.309,52 €	5.555.000,00 €	6.038.428,16 €	6.690.052,75 €	7.033.249,17 €
Straddle Carrier									
Straddle Carrier necesarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straddle Carrier óptimos a disponer	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precio unitario Straddle Carrier	657.300,91 €	670.446,93 €	683.855,87 €	697.532,98 €	711.483,65 €	725.713,32 €	740.227,59 €	755.032,14 €	770.132,78 €
Incremento coste Straddle Carrier anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Nº Straddle Carrier adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortiz. Acumulado	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
TDS									
Coste adquisición	300.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Amortizable en años	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €
Coste mantenimiento	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Incremento coste TDS	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortizar/año	300.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total amortiz. Acumulado	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €
Reach Stacker									
RS a disponer	478.037,03 €	487.597,77 €	497.349,72 €	507.296,72 €	517.442,65 €	527.791,51 €	538.347,34 €	549.114,28 €	560.096,57 €
Precio unitario RS	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Incremento coste RTG anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Nº RS adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	807.521,00 €	549.114,28 €	0,00 €
Amortizable en años	15	15	15	15	15	15	12	11	15
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	67.293,42 €	49.919,48 €	0,00 €
Total amortizar/año	69.142,86 €	69.142,86 €	69.142,86 €	69.142,86 €	69.142,86 €	69.142,86 €	96.436,27 €	117.212,90 €	117.212,90 €
Total amortiz. Acumulado	662.285,71 €	731.428,57 €	800.571,43 €	869.714,29 €	938.857,14 €	1.008.000,00 €	1.077.236,27 €	1.146.449,17 €	1.215.662,07 €
Total amortización/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	375.721,58 €	393.115,91 €	0,00 €
Inmovilizado acumulado anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	4.308.638,93 €	4.324.754,97 €	0,00 €
Inmovilizado acumulado total	97.460.300,00 €	97.460.300,00 €	97.460.300,00 €	97.460.300,00 €	97.460.300,00 €	97.460.300,00 €	101.868.938,93 €	106.273.115,90 €	106.273.115,90 €
Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	

DISTRIBUCIÓN ANUAL DE INVERSIONES TERMINAL AUTOMATIZADA

Supuestos:	
Precio y coste de los contenedores I/E tendrán un incremento de valor	2%
Precio y coste de los contenedores T tendrán un incremento de valor	1,33%
Ingreso medio por stock del contenedor tendrá un incremento de valor	1,33%
Coste anual de moto infraestructuras y obra civil	1,00%
Coste anual de moto infraestructuras y obra civil tendrá un incremento	1,33%
Costes fijos tendrán un incremento de valor anual del	2,00%
En año 0 y 1, se supone un 50% de la capacidad de la terminal	50,00%
En año 2, un 80% de la capacidad	80,00%
En año 3, un 100% de la capacidad	100,00%

	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27		
Tráfico de contenedores											
Obra Civil Total											47.137.300,00 €
Obra Civil periodificada	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	47.137.300,00 €
Años de concesión	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		
Amortiz. Acumulado total	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €	1.745.825,93 €		47.137.300,00 €
Grúas											
Grúa total a adquirir											
Precio unitario grúa	7.855.354,36 €	8.012.461,4 €	8.172.710,68 €	8.336.164,89 €	8.502.888,19 €	8.672.945,95 €	8.846.404,87 €	9.023.332,97 €	9.203.799,63 €		
Incremento coste anual grúa	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%		
Nº grúas adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		16.500.000,00 €
Amortizable en años	27	27	27	27	27	27	27	27	27		
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		
Total amortizar/año	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €	611.111,11 €		16.500.000,00 €
Total amortiz. Acumulado	11.611.111,11 €	12.222.222,22 €	12.833.333,33 €	13.444.444,44 €	14.055.555,56 €	14.666.666,67 €	15.277.777,78 €	15.888.888,89 €	16.500.000,00 €		16.500.000,00 €
ASC											
ASC/Grúa											
Pilas óptimas a disponer	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
Nº ASC totales	12	0	0	0	0	0	0	0	0		
Precio unitario ASC	2.856.492,50 €	2.913.623,35 €	2.971.894,79 €	3.031.132,69 €	3.091.959,34 €	3.153.798,53 €	3.216.874,50 €	3.281.211,99 €	3.346.836,23 €		
Incremento coste ASC anual	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%		
Nº ASC adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		24.240.000,00 €
Amortizable en años	27	27	27	27	27	27	27	27	27		
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		
Total amortizar/año	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €	915.213,68 €		24.240.000,00 €
Total amortiz. Acumulado	16.918.290,60 €	17.833.504,27 €	18.748.717,95 €	19.663.931,62 €	20.579.145,30 €	21.494.358,97 €	22.409.572,65 €	23.324.786,32 €	24.240.000,00 €		333.240.000,00 €
Shuttle Carrier											
Shuttle Carrier necesarios											
Shuttle Carrier óptimos a disponer	0	0	36,6	12,2	0	0	0	0	0		
Precio unitario Shuttle Carrier	785.535,44 €	801.246,14 €	817.271,07 €	833.616,49 €	850.288,82 €	867.294,60 €	884.640,49 €	902.333,30 €	920.379,96 €		
Incremento coste Shuttle Carrier anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%		
Nº Shuttle Carrier adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		13.031.398,62 €
Amortizable en años	15	15	15	15	15	15	15	15	15		
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		
Total amortizar/año	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €	383.690,48 €		10.511.820,60 €
Total amortiz. Acumulado	1.686.939,65 €	2.070.630,13 €	2.454.320,60 €	2.838.011,08 €	3.221.701,56 €	3.605.392,03 €	3.989.082,51 €	4.372.772,98 €	4.756.463,46 €		74.604.544,08 €
Straddle Carrier											
Straddle Carrier necesarios											
Straddle Carrier óptimos a disponer	0	0	37	13	0	0	0	0	0		
Precio unitario Straddle Carrier	785.535,44 €	801.246,14 €	817.271,07 €	833.616,49 €	850.288,82 €	867.294,60 €	884.640,49 €	902.333,30 €	920.379,96 €		
Incremento coste Straddle Carrier anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%		
Nº Straddle Carrier adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		0,00 €
Amortizable en años	15	15	15	15	15	15	15	15	15		
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		
Total amortizar/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		0,00 €
Total amortiz. Acumulado	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		0,00 €
TOS											
Coste adquisición											
Amortizable en años											3.000.000,00 €
Coste mantenimiento											
Incremento coste TOS											
Cantidad Amortización anual											300.000,00 €
Total amortizar/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		3.000.000,00 €
Total amortiz. Acumulado	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €	3.000.000,00 €		67.500.000,00 €
Reach Stacker											
RS a disponer											
Precio unitario RS	571.298,50 €	582.724,47 €	594.378,96 €	606.266,54 €	618.391,87 €	630.759,71 €	643.374,90 €	656.242,40 €	669.367,25 €		
Incremento coste RTG anual	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%		
Nº RS adquiridos ese año	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Inversión/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		2.364.635,29 €
Amortizable en años	15	15	15	15	15	15	15	15	15		
Cantidad Amortización anual	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		
Total amortizar/año	117.212,90 €	117.212,90 €	117.212,90 €	117.212,90 €	117.212,90 €	117.212,90 €	117.212,90 €	117.212,90 €	117.212,90 €		2.393.778,14 €
Total amortiz. Acumulado	418.932,11 €	536.145,01 €	653.357,90 €	770.570,80 €	887.783,70 €	1.004.996,59 €	1.122.209,49 €	1.239.422,39 €	1.356.635,29 €		16.403.572,21 €
Total amortización/año	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €		0,00 €
Inmovilizado acumulado anual	106.273.233,90 €	106.273.233,90 €	106.273.233,90 €	106.273.233,90 €	106.273.233,90 €	106.273.233,90 €	106.273.233,90 €	106.273.233,90 €	106.273.233,90 €		106.273.233,90 €
Inmovilizado acumulado total	106.273.233,90 €	106.273.233,90 €	106.273.233,90 €	106.273.233,90 €	106.273.233,90 €	106.273.233,90 €	106.273.233,90 €	106.273.233,90 €	106.273.233,90 €		106.273.233,90 €
Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27			

CÁLCULO DEL MARGEN OPERATIVO BRUTO. TERMINAL AUTOMATIZADA

Supuestos:

El precio y coste de los contenedores I/E tendrán un incremento de valor de	2%
El precio y coste de los contenedores T tendrán un incremento de valor de	1,33%
Ingreso medio por stockage del contenedor tendrá un incremento de valor de	1,33%
Coste anual de mnto infraestructuras y obra civil	1,00%
Coste anual de mnto infraestructuras y obra civil tendrá un incremento de	1,33%
Costes fijos tendrán un incremento de valor anual del	2,00%
En el año 0 y 1, se supone un 50% de la capacidad de la terminal	50%
En el año 2, un 80% de la capacidad	80%
En el año 3, un 100% de la capacidad	100%

TRAFICO

		Año 1	Año 2	Año 3
Contenedores	148.358	50,00%	80,00%	100,00%
50% I/E llenos	74.179	37,090	59,343	74.179
50% I/E Vacios	74.179	37,090	59,343	74.179
0% Transbordo	0	0	0	0
		74.179	118.687	148.358

INGRESOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Precio contenedor "Import/Export lleno"	109,02 €	109,02 €	111,20 €	113,43 €	115,70 €	118,01 €	120,37 €	122,78 €	125,23 €
Tasa estimada incremento del precio		0,02	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export lleno"	37089,54054	37,090	59,343	74,179	74,179	74,179	74,179	74,179	74,179
Tasa estimada incremento volumen ventas			1	25,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export lleno"		4.043.644,29 €	6.599.227,48 €	8.414.015,03 €	8.582.295,34 €	8.753.941,24 €	8.929.020,07 €	9.107.600,47 €	9.289.752,48 €
Precio contenedor "Import/Export Vacio"	87,75 €	87,75 €	89,50 €	91,29 €	93,12 €	94,98 €	96,88 €	98,82 €	100,80 €
Tasa estimada incremento del precio		0,02	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export vacio"	37089,54054	37,090	59,343	74,179	74,179	74,179	74,179	74,179	74,179
Tasa estimada incremento volumen ventas		0	60,00%	25,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export vacio"		3.254.562,48 €	5.311.445,97 €	6.772.093,62 €	6.907.535,49 €	7.045.686,20 €	7.186.599,92 €	7.330.331,92 €	7.476.938,56 €
Ingresos equi-tasas buque y mercancia por contenedor	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incremento esperado sobre equivalente-tasa		0,0133	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de equivalente a Tasas		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Ingreso medio derivado de estancia del contenedor	11,47 €	11,47 €	11,62 €	11,78 €	11,93 €	12,09 €	12,25 €	12,42 €	12,58 €
Incremento esperado sobre ese ingreso		0,0133	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de estancia del contenedor		850.834,06 €	1.379.440,24 €	1.747.233,50 €	1.770.471,71 €	1.794.018,98 €	1.817.879,43 €	1.842.057,23 €	1.866.556,59 €
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS	8.149.040,83 €	13.290.113,70 €	16.933.342,15 €	17.260.302,53 €	17.593.646,42 €	17.933.499,42 €	18.279.989,62 €	18.633.247,63 €	18.993.412,85 €
GASTOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Coste variable unitario de "I/E lleno" con CANON de ACTIVIDAD	61,20 €	61,20 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €
Tasa estimada incremento del coste		0,02	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Coste variable total de "I/E lleno"		2.269.879,88 €	3.704.443,97 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €
Coste variable unitario de "I/E vacio" con CANON de ACTIVIDAD	61,20 €	61,20 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €
Tasa estimada incremento del coste		0,02	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Coste variable total de "I/E vacio"		2.269.879,88 €	3.704.443,97 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €
Inversión Inicial Obra Civil en Euros	47.137.300,00 €								
% S/Inversión inicial Obra Civil de coste mantenimiento	0,01								
Coste Mantenimiento Obra Civil		471.373,00 €	477.642,26 €	483.994,90 €	490.432,04 €	496.954,78 €	503.564,28 €	510.261,68 €	517.048,17 €
Tasa estimada incremento costes mantenim. Obra Civil		0,0133	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Total de Costes Variables		5.011.132,76 €	7.886.530,19 €	9.745.104,82 €	9.751.541,95 €	9.758.064,69 €	9.764.674,19 €	9.771.371,60 €	9.778.158,08 €
Coste de personal	3.227.193,00 €	3.227.193,00 €	3.291.736,86 €	3.357.571,60 €	3.424.723,03 €	3.493.217,49 €	3.563.081,84 €	3.634.343,48 €	3.707.030,35 €
Coste de gastos generales	431.000,00 €	431.000,00 €	439.620,00 €	448.412,40 €	457.380,65 €	466.528,26 €	475.858,83 €	485.376,00 €	495.083,52 €
Seguros (por contenedor)	0,55	40798,49	41.614,46 €	42.446,75 €	43.295,69 €	44.161,60 €	45.044,83 €	45.945,73 €	46.864,65 €
Coste mantenimiento TOS	150.000,00 €	150.000,00 €	153.000,00 €	156.060,00 €	159.181,20 €	162.364,82 €	165.612,12 €	168.924,36 €	172.302,85 €
Gastos Financieros	60.000,00 €	60.000,00 €	61.200,00 €	62.424,00 €	63.672,48 €	64.945,93 €	66.244,85 €	67.569,75 €	68.921,14 €
O.S., Servicios, administración, alquileres y otros gastos fijos	400.000,00 €	400.000,00 €	408.000,00 €	416.160,00 €	424.483,20 €	432.972,86 €	441.632,32 €	450.464,97 €	459.474,27 €
Tasa estimada de incremento de gastos		0,02	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Total de costes fijos	4.268.193,55 €	4.308.991,49 €	4.395.171,32 €	4.483.074,75 €	4.572.736,25 €	4.664.190,97 €	4.757.474,79 €	4.852.624,29 €	4.949.676,77 €
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS	9.320.124,26 €	12.281.701,52 €	14.228.179,57 €	14.324.278,19 €	14.422.255,67 €	14.522.148,98 €	14.623.995,88 €	14.727.834,85 €	14.833.300,93 €
MARGEN OPERATIVO BRUTO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Porcentaje de incremento		-1.171.083,42 €	1.008.412,18 €	2.705.162,58 €	2.936.024,34 €	3.171.390,75 €	3.411.350,44 €	3.655.993,73 €	3.905.412,78 €
			-186,11%	168,26%	8,53%	8,02%	7,57%	7,17%	6,82%

CÁLCULO DEL MARGEN OPERATIVO BRUTO. TERMINAL AUTOMATIZADA

Supuestos:

El precio y coste de los contenedores I/E tendrán un incremento de valor de	2%
El precio y coste de los contenedores T tendrán un incremento de valor de	1,33%
Ingreso medio por stockage del contenedor tendrá un incremento de valor de	1,33%
Coste anual de mnto infraestructuras y obra civil	1,00%
Coste anual de mnto infraestructuras y obra civil tendrá un incremento de	1,33%
Costes fijos tendrán un incremento de valor anual del	2,00%
En el año 0 y 1, se supone un 50% de la capacidad de la terminal	50%
En el año 2, un 80% de la capacidad	80%
En el año 3, un 100% de la capacidad	100%

TRAFICO

		Año 1	Año 2	Año 3
Contenedores	148.358	50,00%	80,00%	100,00%
50% I/E llenos	74.179	37.090	59.343	74.179
50% I/E Vacios	74.179	37.090	59.343	74.179
0% Transbordo	0	0	0	0
		74.179	118.687	148.358

INGRESOS	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Precio contenedor "Import/Export lleno"	127,74 €	130,29 €	132,90 €	135,56 €	138,27 €	141,03 €	143,85 €	146,73 €	149,67 €	152,66 €
Tasa estimada incremento del precio	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export lleno"	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179
Tasa estimada incremento volumen ventas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export lleno"	9.475.547,53 €	9.665.058,48 €	9.858.359,65 €	10.055.526,84 €	10.256.637,38 €	10.461.770,12 €	10.671.005,53 €	10.884.425,64 €	11.102.114,15 €	11.324.156,43 €
Precio contenedor "Import/Export Vacio"	102,81 €	104,87 €	106,97 €	109,10 €	111,29 €	113,51 €	115,78 €	118,10 €	120,46 €	122,87 €
Tasa estimada incremento del precio	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export vacio"	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179
Tasa estimada incremento volumen ventas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export vacio"	7.626.477,33 €	7.779.006,88 €	7.934.587,02 €	8.093.278,76 €	8.255.144,33 €	8.420.247,22 €	8.588.652,16 €	8.760.425,20 €	8.935.633,71 €	9.114.346,38 €
Ingresos equi-tasas buque y mercancia por contenedor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incremento esperado sobre equivalente-tasa	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de equivalente a Tasas	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Ingreso medio derivado de estancia del contenedor	12,75 €	12,92 €	13,09 €	13,26 €	13,44 €	13,62 €	13,80 €	13,98 €	14,17 €	14,36 €
Incremento esperado sobre ese ingreso	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de estancia del contenedor	1.891.381,79 €	1.916.537,17 €	1.942.027,11 €	1.967.856,07 €	1.994.028,56 €	2.020.549,14 €	2.047.422,44 €	2.074.653,16 €	2.102.246,05 €	2.130.205,92 €
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS	18.993.406,65 €	19.360.602,53 €	19.734.973,78 €	20.116.661,67 €	20.505.810,27 €	20.902.566,48 €	21.307.080,13 €	21.719.504,00 €	22.139.993,91 €	22.568.708,74 €
GASTOS	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Coste variable unitario de "I/E lleno" con CANON de ACTIVIDAD	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €
Tasa estimada incremento del coste	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Coste variable total de "I/E lleno"	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €
Coste variable unitario de "I/E vacio" con CANON de ACTIVIDAD	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €
Tasa estimada incremento del coste	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Coste variable total de "I/E vacio"	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €
Inversión Inicial Obra Civil en Euros										
% S/Inversión inicial Obra Civil de coste mantenimiento										
Coste Mantenimiento Obra Civil	523.924,91 €	530.893,11 €	537.953,99 €	545.108,77 €	552.358,72 €	559.705,09 €	567.149,17 €	574.692,25 €	582.335,66 €	590.080,72 €
Tasa estimada incremento costes mantenim. Obra Civil	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Total de Costes Variables	9.785.034,82 €	9.792.003,02 €	9.799.063,90 €	9.806.218,69 €	9.813.468,63 €	9.820.815,00 €	9.828.259,08 €	9.835.802,17 €	9.843.445,57 €	9.851.190,64 €
Coste de personal	3.781.170,95 €	3.856.794,37 €	3.933.930,26 €	4.012.608,86 €	4.092.861,04 €	4.174.718,26 €	4.258.212,63 €	4.343.376,88 €	4.430.244,42 €	4.518.849,31 €
Coste de gastos generales	504.985,19 €	515.084,90 €	525.386,60 €	535.894,33 €	546.612,21 €	557.544,46 €	568.695,35 €	580.069,25 €	591.670,64 €	603.504,05 €
Seguros (por contenedor)	47.801,94 €	48.757,98 €	49.733,14 €	50.727,80 €	51.742,36 €	52.777,20 €	53.832,75 €	54.909,40 €	56.007,59 €	57.127,74 €
Coste mantenimiento TOS	175.748,91 €	179.263,89 €	182.849,16 €	186.506,15 €	190.236,27 €	194.040,99 €	197.921,81 €	201.880,25 €	205.917,86 €	210.036,21 €
Gastos Financieros	70.299,56 €	71.705,55 €	73.139,67 €	74.602,46 €	76.094,51 €	77.616,40 €	79.168,73 €	80.752,10 €	82.367,14 €	84.014,49 €
O.S., Servicios, administración, alquileres y otros gastos fijos	468.663,75 €	478.037,03 €	487.597,77 €	497.349,72 €	507.296,72 €	517.442,65 €	527.791,51 €	538.347,34 €	549.114,28 €	560.096,57 €
Tasa estimada de incremento de gastos	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Total de costes fijos	5.048.670,31 €	5.149.643,71 €	5.252.936,59 €	5.357.689,32 €	5.464.843,11 €	5.574.139,97 €	5.685.622,77 €	5.799.335,22 €	5.915.321,93 €	6.033.628,37 €
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS	14.833.705,13 €	14.941.646,73 €	15.051.700,49 €	15.163.908,01 €	15.278.311,74 €	15.394.954,97 €	15.513.881,85 €	15.635.137,39 €	15.758.767,50 €	15.884.819,00 €
MARGEN OPERATIVO BRUTO	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
	4.159.701,52 €	4.418.955,79 €	4.683.273,29 €	4.952.753,66 €	5.227.498,53 €	5.507.611,51 €	5.793.198,28 €	6.084.366,62 €	6.381.226,41 €	6.683.889,74 €
Porcentaje de incremento	6,51%	6,23%	5,98%	5,75%	5,55%	5,36%	5,19%	5,03%	4,88%	4,74%

CÁLCULO DEL MARGEN OPERATIVO BRUTO. TERMINAL AUTOMATIZADA

Supuestos:

El precio y coste de los contenedores I/E tendrán un incremento de valor de	2%
El precio y coste de los contenedores T tendrán un incremento de valor de	1,33%
Ingreso medio por stockage del contenedor tendrá un incremento de valor de	1,33%
Coste anual de mnto infraestructuras y obra civil	1,00%
Coste anual de mnto infraestructuras y obra civil tendrá un incremento de	1,33%
Costes fijos tendrán un incremento de valor anual del	2,00%
En el año 0 y 1, se supone un 50% de la capacidad de la terminal	50%
En el año 2, un 80% de la capacidad	80%
En el año 3, un 100% de la capacidad	100%

TRAFICO

		Año 1	Año 2	Año 3
50%	Contenedores I/E llenos	148.358	50.00%	80.00%
		74.179	37.090	59.343
50%	I/E Vacios	74.179	37.090	59.343
				74.179
0%	Transbordo	0	0	0
		74.179	118.687	148.358

INGRESOS	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27
Precio contenedor "Import/Export lleno"	155,71 €	158,83 €	162,00 €	165,24 €	168,55 €	171,92 €	175,36 €	178,87 €	182,44 €
Tasa estimada incremento del precio	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export lleno"	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179
Tasa estimada incremento volumen ventas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export lleno"	11.550.639,56 €	11.781.652,35 €	12.017.285,40 €	12.257.631,11 €	12.502.783,73 €	12.752.839,41 €	13.007.896,19 €	13.268.054,12 €	13.533.415,20 €
Precio contenedor "Import/Export Vacio"	125,33 €	127,83 €	130,39 €	133,00 €	135,66 €	138,37 €	141,14 €	143,96 €	146,84 €
Tasa estimada incremento del precio	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Volumen ventas "Import/Export vacio"	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179	74.179
Tasa estimada incremento volumen ventas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ingresos derivados Venta "Import/Export vacio"	9.296.633,31 €	9.482.565,98 €	9.672.217,30 €	9.865.661,64 €	10.062.974,88 €	10.264.234,37 €	10.469.519,06 €	10.678.909,44 €	10.892.487,63 €
Ingresos equi-tasas buque y mercancia por contenedor	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incremento esperado sobre equivalente-tasa	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de equivalente a Tasas	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Ingreso medio derivado de estancia del contenedor	14,55 €	14,74 €	14,94 €	15,14 €	15,34 €	15,54 €	15,75 €	15,96 €	16,17 €
Incremento esperado sobre ese ingreso	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Ingresos derivados de estancia del contenedor	2.158.537,66 €	2.187.246,21 €	2.216.336,59 €	2.245.813,86 €	2.275.683,19 €	2.305.949,77 €	2.336.618,91 €	2.367.695,94 €	2.399.186,29 €
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS	23.005.810,53 €	23.451.464,54 €	23.905.839,28 €	24.369.106,61 €	24.841.441,79 €	25.323.023,55 €	25.814.034,16 €	26.314.659,50 €	26.825.089,12 €
GASTOS	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27
Coste variable unitario de "I/E lleno" con CANON de ACTIVIDAD	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €
Tasa estimada incremento del coste	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Coste variable total de "I/E lleno"	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €
Coste variable unitario de "I/E vacio" con CANON de ACTIVIDAD	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €	62,42 €
Tasa estimada incremento del coste	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Coste variable total de "I/E vacio"	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €	4.630.554,96 €
Inversión Inicial Obra Civil en Euros									
% S/Inversión inicial Obra Civil de coste mantenimiento									
Coste Mantenimiento Obra Civil	597.928,80 €	605.881,25 €	613.939,47 €	622.104,87 €	630.378,86 €	638.762,90 €	647.258,45 €	655.866,98 €	664.590,01 €
Tasa estimada incremento costes mantenim. Obra Civil	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%	1,33%
Total de Costes Variables	9.859.038,71 €	9.866.991,16 €	9.875.049,38 €	9.883.214,78 €	9.891.488,77 €	9.899.872,81 €	9.908.368,36 €	9.916.976,90 €	9.925.699,93 €
Coste de personal	4.609.226,29 €	4.701.410,82 €	4.795.439,03 €	4.891.347,82 €	4.989.174,77 €	5.088.958,27 €	5.190.737,43 €	5.294.552,18 €	5.400.443,22 €
Coste de gastos generales	615.574,13 €	627.885,62 €	640.443,33 €	653.252,19 €	666.317,24 €	679.643,58 €	693.236,45 €	707.101,18 €	721.243,21 €
Seguros (por contenedor)	58.270,30 €	59.435,70 €	60.624,42 €	61.836,91 €	63.073,64 €	64.335,12 €	65.621,82 €	66.934,25 €	68.272,94 €
Coste mantenimiento TOS	214.236,94 €	218.521,68 €	222.892,11 €	227.349,95 €	231.896,95 €	236.534,89 €	241.265,59 €	246.090,90 €	251.012,72 €
Gastos Financieros	85.694,77 €	87.408,67 €	89.156,84 €	90.939,98 €	92.758,78 €	94.613,96 €	96.506,23 €	98.436,36 €	100.405,09 €
O.S., Servicios, administración, alquileres y otros gastos fijos	571.298,50 €	582.724,47 €	594.378,96 €	606.266,54 €	618.391,87 €	630.759,71 €	643.374,90 €	656.242,40 €	669.367,25 €
Tasa estimada de incremento de gastos	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Total de costes fijos	6.154.300,93 €	6.277.386,95 €	6.402.934,69 €	6.530.993,38 €	6.661.613,25 €	6.794.845,52 €	6.930.742,43 €	7.069.357,28 €	7.210.744,42 €
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS	16.013.339,64 €	16.144.378,12 €	16.277.984,08 €	16.414.208,16 €	16.553.102,03 €	16.694.718,33 €	16.839.110,79 €	16.986.334,17 €	17.136.444,35 €
MARGEN OPERATIVO BRUTO	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27
	6.992.470,89 €	7.307.086,43 €	7.627.855,21 €	7.954.898,45 €	8.288.339,77 €	8.628.305,22 €	8.974.923,37 €	9.328.325,32 €	9.688.644,77 €
Porcentaje de incremento	4,62%	4,50%	4,39%	4,29%	4,19%	4,10%	4,02%	3,94%	3,86%

CÁLCULO DEL SERVICIO DE LA DEUDA TERMINAL AUTOMATIZADA

Capital de los accionistas 10%
Financiación con deuda 90%
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables 105.782.898,75 €

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Importe deuda Obra Civil		36.999.800,00 €								
Importe deuda Grúas STS		16.500.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) STS		27	27	27	27	27	27	27	27	27
Importe deuda Grúas ASC		12.000.000,00 €	12.240.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) RTGs		27	27	27	27	27	27	27	27	27
Importe deuda Shuttle Carrier		2.750.000,00 €	2.805.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TT+PLT		15	15	15	15	15	15	15	15	15
Importe deuda Straddle Carrier		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TT+PLT		15	15	15	15	15	15	15	15	15
Importe deuda Grúas TOS		3.000.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TOS		10	10	10	10	10	10	10	10	10
Importe deuda RS		600.000,00 €	408.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) RS		15	15	15	15	15	15	15	15	15
Principal a amortizar anualmente		5.324.714,81 €	4.024.984,05 €	4.024.984,05 €	4.024.984,05 €	4.024.984,05 €	4.024.984,05 €	4.024.984,05 €	4.024.984,05 €	4.024.984,05 €
Importe deuda inicio de cada año		73.849.800,00 €	83.978.085,19 €	79.953.101,14 €	75.928.117,09 €	71.903.133,05 €	67.878.149,00 €	63.853.164,96 €	59.828.180,91 €	55.803.196,87 €
Importe deuda a final de año	47.137.300,00 €	68.525.085,19 €	79.953.101,14 €	75.928.117,09 €	71.903.133,05 €	67.878.149,00 €	63.853.164,96 €	59.828.180,91 €	55.803.196,87 €	51.778.212,82 €
Importe medio de la deuda en cada año		71.187.442,59 €	81.965.593,16 €	77.940.609,12 €	73.915.625,07 €	69.890.641,03 €	65.865.656,98 €	61.840.672,93 €	57.815.688,89 €	53.790.704,84 €
Tipo de interés de referencia (EURIBOR)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Margen sobre el tipo de referencia		3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
Tipo de interés de la deuda		3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Interés anual		2.491.560,49 €	2.868.795,76 €	2.727.921,32 €	2.587.046,88 €	2.446.172,44 €	2.305.297,99 €	2.164.423,55 €	2.023.549,11 €	1.882.674,67 €
Servicio a la deuda anual		7.816.275,31 €	6.893.779,81 €	6.752.905,36 €	6.612.030,92 €	6.471.156,48 €	6.330.282,04 €	6.189.407,60 €	6.048.533,16 €	5.907.658,72 €

CÁLCULO DEL SERVICIO DE LA DEUDA

DEUDA

TERMINAL AUTOMATIZADA

Capital de los accionistas 10%
 Financiación con deuda 90%
 Inversión en inmovilizado y gastos amortizables 105.782.898,75 €

	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Importe deuda Obra Civil									
Importe deuda Grúas STS	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) STS	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Importe deuda Grúas ASC	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) RTGs	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Importe deuda Shuttle Carrier	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	3.701.137,93 €	3.775.160,69 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TT+PLT	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Importe deuda Straddle Carrier	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TT+PLT	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Importe deuda Grúas TOS	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Plazo amortización (años) TOS	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Importe deuda RS	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	807.521,00 €	549.114,28 €	0,00 €
Plazo amortización (años) RS	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Principal a amortizar anualmente	4.024.984,05 €	3.724.984,05 €	3.724.984,05 €	3.724.984,05 €	3.724.984,05 €	3.724.984,05 €	3.877.372,29 €	4.040.988,20 €	3.732.560,04 €
Importe deuda inicio de cada año	51.778.212,82 €	47.753.228,77 €	44.028.244,73 €	40.303.260,68 €	36.578.276,64 €	32.853.292,59 €	33.636.967,48 €	34.083.870,16 €	0,00 €
Importe deuda a final de año	47.753.228,77 €	44.028.244,73 €	40.303.260,68 €	36.578.276,64 €	32.853.292,59 €	29.128.308,55 €	29.759.595,19 €	30.042.881,96 €	-3.732.560,04 €
Importe medio de la deuda en cada año	49.765.720,80 €	45.890.736,75 €	42.165.752,71 €	38.440.768,66 €	34.715.784,62 €	30.990.800,57 €	31.698.281,34 €	32.063.376,06 €	-1.866.280,02 €
Tipo de interés de referencia (EURIBOR)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Margen sobre el tipo de referencia	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
Tipo de interés de la deuda	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Interés anual	1.741.800,23 €	1.606.175,79 €	1.475.801,34 €	1.345.426,90 €	1.215.052,46 €	1.084.678,02 €	1.109.439,85 €	1.122.218,16 €	130.639,60 €
Servicio a la deuda anual	5.766.784,27 €	5.331.159,83 €	5.200.785,39 €	5.070.410,95 €	4.940.036,51 €	4.809.662,07 €	4.986.812,14 €	5.163.206,36 €	3.863.199,64 €

CÁLCULO DE LA CUENTA DE RESULTADOS AUTOMATIZADA

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Ingresos operativos		8.149.040,83 €	13.290.113,70 €	16.933.342,15 €	17.260.302,53 €	17.593.646,42 €	17.933.499,42 €	18.279.989,62 €	18.633.247,63 €
Gastos operativos		9.320.124,26 €	12.281.701,52 €	14.228.179,57 €	14.324.278,19 €	14.422.255,67 €	14.522.148,98 €	14.623.995,88 €	14.727.834,85 €
Beneficio operativo (EBITDA)		-1.171.083,42 €	1.008.412,18 €	2.705.162,58 €	2.936.024,34 €	3.171.390,75 €	3.411.350,44 €	3.655.993,73 €	3.905.412,78 €
Amortización anual		5.324.714,81 €	4.024.984,05 €	4.024.984,05 €	4.024.984,05 €	4.024.984,05 €	4.024.984,05 €	4.024.984,05 €	4.024.984,05 €
Beneficio antes de Intereses e Impuestos (BAII)		-6.495.798,24 €	-3.016.571,86 €	-1.319.821,46 €	-1.088.959,71 €	-853.593,29 €	-613.633,61 €	-368.990,31 €	-119.571,27 €
Intereses		2.491.560,49 €	2.868.795,76 €	2.727.921,32 €	2.587.046,88 €	2.446.172,44 €	2.305.297,99 €	2.164.423,55 €	2.023.549,11 €
Beneficios antes de impuestos (BAI)		-8.987.358,73 €	-5.885.367,63 €	-4.047.742,78 €	-3.676.006,59 €	-3.299.765,73 €	-2.918.931,60 €	-2.533.413,87 €	-2.143.120,38 €
(Tipo impositivo)		30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Impuestos		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Beneficio neto (BN) o BDI		-8.987.358,73 €	-5.885.367,63 €	-4.047.742,78 €	-3.676.006,59 €	-3.299.765,73 €	-2.918.931,60 €	-2.533.413,87 €	-2.143.120,38 €
Porcentaje de incremento			-34,52%	-31,22%	-9,18%	-10,24%	-11,54%	-13,21%	-15,41%

CÁLCULO DEL FLUJO DE FONDOS PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Margen operativo bruto		-1.171.083,42 €	1.008.412,18 €	2.705.162,58 €	2.936.024,34 €	3.171.390,75 €	3.411.350,44 €	3.655.993,73 €	3.905.412,78 €
Impuestos		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
NOF (% de ingresos operativos)	-4,00%	-325.961,63 €	-531.604,55 €	-677.333,69 €	-690.412,10 €	-703.745,86 €	-717.339,98 €	-731.199,58 €	-745.329,91 €
Incremento de necesidades operativas de fondos (NOF)		-325.961,63 €	-205.642,91 €	-145.729,14 €	-13.078,42 €	-13.333,76 €	-13.594,12 €	-13.859,61 €	-14.130,32 €
Flujo de caja disponible para el servicio de la deuda (FCD)		-845.121,79 €	1.214.055,10 €	2.850.891,72 €	2.949.102,75 €	3.184.724,51 €	3.424.944,56 €	3.669.853,34 €	3.919.543,10 €

CÁLCULO DE LA CUENTA DE RESULTADOS AUTOMATIZADA

	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Ingresos operativos	18.993.406,65 €	19.360.602,53 €	19.734.973,78 €	20.116.661,67 €	20.505.810,27 €	20.902.566,48 €	21.307.080,13 €	21.719.504,00 €	22.139.993,91 €	22.568.708,74 €
Gastos operativos	14.833.705,13 €	14.941.646,73 €	15.051.700,49 €	15.163.908,01 €	15.278.311,74 €	15.394.954,97 €	15.513.881,85 €	15.635.137,39 €	15.758.767,50 €	15.884.819,00 €
Beneficio operativo (EBITDA)	4.159.701,52 €	4.418.955,79 €	4.683.273,29 €	4.952.753,66 €	5.227.498,53 €	5.507.611,51 €	5.793.198,28 €	6.084.366,62 €	6.381.226,41 €	6.683.889,74 €
Amortización anual	4.024.984,05 €	4.024.984,05 €	3.724.984,05 €	3.724.984,05 €	3.724.984,05 €	3.724.984,05 €	3.724.984,05 €	3.877.372,29 €	4.040.988,20 €	3.732.560,04 €
Beneficio antes de Intereses e impuestos (BAII)	134.717,48 €	393.971,75 €	958.289,24 €	1.227.769,62 €	1.502.514,48 €	1.782.627,46 €	2.068.214,24 €	2.206.994,33 €	2.340.238,21 €	2.951.329,70 €
Intereses	1.882.674,67 €	1.741.800,23 €	1.606.175,79 €	1.475.801,34 €	1.345.426,90 €	1.215.052,46 €	1.084.678,02 €	1.109.439,85 €	1.122.218,16 €	130.639,60 €
Beneficios antes de impuestos (BAI)	-1.747.957,19 €	-1.347.828,48 €	-647.886,54 €	-248.031,73 €	157.087,58 €	567.575,00 €	983.536,22 €	1.097.554,48 €	1.218.020,05 €	2.820.690,10 €
(Tipo impositivo)	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Impuestos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	47.126,27 €	170.272,50 €	295.060,87 €	329.266,34 €	365.406,01 €	846.207,03 €
Beneficio neto (BN) o BDI	-1.747.957,19 €	-1.347.828,48 €	-647.886,54 €	-248.031,73 €	109.961,31 €	397.302,50 €	688.475,35 €	768.288,14 €	852.614,03 €	1.974.483,07 €
Porcentaje de incremento	-18,44%	-22,89%	-51,93%	-61,72%	-144,33%	261,31%	73,29%	11,59%	10,98%	131,58%

CÁLCULO DEL FLUJO DE FONDOS PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA

	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Margen operativo bruto	4.159.701,52 €	4.418.955,79 €	4.683.273,29 €	4.952.753,66 €	5.227.498,53 €	5.507.611,51 €	5.793.198,28 €	6.084.366,62 €	6.381.226,41 €	6.683.889,74 €
Impuestos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	47.126,27 €	170.272,50 €	295.060,87 €	329.266,34 €	365.406,01 €	846.207,03 €
NOF [% de ingresos operativos]	-4,00%	-759.736,27 €	-774.424,10 €	-789.398,95 €	-804.666,47 €	-820.232,41 €	-836.102,66 €	-852.283,21 €	-868.780,16 €	-885.599,76 €
Incremento de necesidades operativas de fondos (NOF)	-14.406,36 €	-14.687,83 €	-14.974,85 €	-15.267,52 €	-15.565,94 €	-15.870,25 €	-16.180,55 €	-16.496,95 €	-16.819,60 €	-17.148,59 €
Flujo de caja disponible para el servicio de la deuda (FCD)	4.174.107,88 €	4.433.643,63 €	4.698.248,14 €	4.968.021,18 €	5.195.938,20 €	5.353.209,26 €	5.514.317,96 €	5.771.597,23 €	6.032.639,99 €	5.854.831,30 €

CÁLCULO DE LA CUENTA DE RESULTADOS AUTOMATIZADA

	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27
Ingresos operativos	23.005.810,53 €	23.451.464,54 €	23.905.839,28 €	24.369.106,61 €	24.841.441,79 €	25.323.023,55 €	25.814.034,16 €	26.314.659,50 €	26.825.089,12 €
Gastos operativos	16.013.339,64 €	16.144.378,12 €	16.277.984,08 €	16.414.208,16 €	16.553.102,03 €	16.694.718,33 €	16.839.110,79 €	16.986.334,17 €	17.136.444,35 €
Beneficio operativo (EBITDA)	6.992.470,89 €	7.307.086,43 €	7.627.855,21 €	7.954.898,45 €	8.288.339,77 €	8.628.305,22 €	8.974.923,37 €	9.328.325,32 €	9.688.644,77 €
Amortización anual	3.773.054,09 €	3.773.054,09 €	3.773.054,09 €	3.773.054,09 €	3.773.054,09 €	3.773.054,09 €	3.773.054,09 €	3.773.054,09 €	3.773.054,09 €
Beneficio antes de Intereses e Impuestos (BAII)	3.219.416,80 €	3.534.032,34 €	3.854.801,12 €	4.181.844,36 €	4.515.285,68 €	4.855.251,14 €	5.201.869,29 €	5.555.271,24 €	5.915.590,69 €
Intereses	132.056,89 €	132.056,89 €	132.056,89 €	132.056,89 €	132.056,89 €	132.056,89 €	132.056,89 €	132.056,89 €	132.056,89 €
Beneficios antes de impuestos (BAI)	3.087.359,91 €	3.401.975,45 €	3.722.744,23 €	4.049.787,47 €	4.383.228,79 €	4.723.194,24 €	5.069.812,39 €	5.423.214,34 €	5.783.533,79 €
(Tipo impositivo)	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Impuestos	926.207,97 €	1.020.592,63 €	1.116.823,27 €	1.214.936,24 €	1.314.968,64 €	1.416.958,27 €	1.520.943,72 €	1.626.964,30 €	1.735.060,14 €
Beneficio neto (BN) o BDI	2.161.151,94 €	2.381.382,81 €	2.605.920,96 €	2.834.851,23 €	3.068.260,15 €	3.306.235,97 €	3.548.868,68 €	3.796.250,04 €	4.048.473,66 €
Porcentaje de incremento	9,45%	10,19%	9,43%	8,79%	8,23%	7,76%	7,34%	6,97%	6,64%

CÁLCULO DEL FLUJO DE FONDOS PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA

	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27
Margen operativo bruto	6.992.470,89 €	7.307.086,43 €	7.627.855,21 €	7.954.898,45 €	8.288.339,77 €	8.628.305,22 €	8.974.923,37 €	9.328.325,32 €	9.688.644,77 €
Impuestos	926.207,97 €	1.020.592,63 €	1.116.823,27 €	1.214.936,24 €	1.314.968,64 €	1.416.958,27 €	1.520.943,72 €	1.626.964,30 €	1.735.060,14 €
NOF (% de ingresos operativos)	-4,00%	-920.232,42 €	-938.058,58 €	-956.233,57 €	-974.764,26 €	-993.657,67 €	-1.012.920,94 €	-1.032.561,37 €	-1.052.586,38 €
Incremento de necesidades operativas de fondos (NOF)	-17.484,07 €	-17.826,16 €	-18.174,99 €	-18.530,69 €	-18.893,41 €	-19.263,27 €	-19.640,42 €	-20.025,01 €	-20.417,19 €
Flujo de caja disponible para el servicio de la deuda (FCD)	6.083.746,99 €	6.304.319,95 €	6.529.206,93 €	6.758.492,90 €	6.992.264,54 €	7.230.610,22 €	7.473.620,08 €	7.721.386,03 €	7.974.001,82 €

CÁLCULO DEL BALANCE TERMINAL AUTOMATIZADA

Capital de los accionistas	10%	10.578.289,87 €	Caja necesaria (2% ingresos operativos)	4,00%	Stock (0% ingresos operativos)	0%
Financiación con deuda	90%	95.204.608,87 €	Clientes (8% ingresos operativos)	8,00%		
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables	105.782.899		Proveedores (12% ingresos operativos)	12%		

BALANCE ANTES DEL REPARTO DE DIVIDENDOS

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Caja necesaria	0,00 €	325.961,63 €	531.604,55 €	677.333,69 €	690.412,10 €	703.745,86 €	717.339,98 €	731.199,58 €	745.329,91 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	-48.067.308,87 €	-8.546.568,86 €	-14.431.936,48 €	-18.479.679,26 €	-22.155.685,85 €	-25.455.451,58 €	-28.374.383,18 €	-30.907.797,04 €	-33.050.917,42 €
Clientes	0,00 €	651.923,27 €	1.063.209,10 €	1.354.667,37 €	1.380.824,20 €	1.407.491,71 €	1.434.679,95 €	1.462.399,17 €	1.490.659,81 €
Stock	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado neto	103.782.898,75 €	78.662.585,19 €	90.090.601,14 €	86.065.617,09 €	82.040.633,05 €	78.015.649,00 €	73.990.664,96 €	69.965.680,91 €	65.940.696,87 €
Gasto amortizables netos	2.000.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total Activo	57.715.589,87 €	71.093.901,23 €	77.253.478,30 €	69.617.938,89 €	61.956.183,50 €	54.671.435,00 €	47.768.301,71 €	41.251.482,62 €	35.125.769,16 €
Proveedores	0,00 €	977.884,90 €	1.594.813,64 €	2.032.001,06 €	2.071.236,30 €	2.111.237,57 €	2.152.019,93 €	2.193.598,75 €	2.235.989,72 €
Deuda principal	47.137.300,00 €	68.525.085,19 €	79.953.101,14 €	75.928.117,09 €	71.903.133,05 €	67.878.149,00 €	63.853.164,96 €	59.828.180,91 €	55.803.196,87 €
Beneficios del año	0,00 €	-8.987.358,73 €	-5.885.367,63 €	-4.047.742,78 €	-3.676.006,59 €	-3.299.765,73 €	-2.918.931,60 €	-2.533.413,87 €	-2.143.120,38 €
Reservas acumuladas	0,00 €	0,00 €	-8.987.358,73 €	-14.872.726,36 €	-18.920.469,14 €	-22.596.475,72 €	-25.896.241,45 €	-28.815.173,05 €	-31.348.586,92 €
Capital	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €
Total Pasivo	57.715.589,87 €	71.093.901,23 €	77.253.478,30 €	69.617.938,89 €	61.956.183,50 €	54.671.435,00 €	47.768.301,71 €	41.251.482,62 €	35.125.769,16 €

CÁLCULO DE LOS DIVIDENDOS DISTRIBUIBLES

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Flujo de caja para el servicio de la deuda (FCD)	0,00 €	-845.121,79 €	1.214.055,10 €	2.850.891,72 €	2.949.102,75 €	3.184.724,51 €	3.424.944,56 €	3.669.853,34 €	3.919.543,10 €
Servicio de la deuda anual(SD)	0,00 €	7.816.275,31 €	6.893.779,81 €	6.752.905,36 €	6.612.030,92 €	6.471.156,48 €	6.330.282,04 €	6.189.407,60 €	6.048.533,16 €
Flujo de caja disponible para dividendos (FCDiv=FCD-SD)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
FCDiv acumulado	0	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Beneficios del año	0	-8.661.397,10 €	-5.679.724,71 €	-3.902.013,64 €	-3.662.928,17 €	-3.286.431,97 €	-2.905.337,48 €	-2.519.554,26 €	-2.128.990,06 €
Beneficios acumulados como límite al reparto de dividendos	0	-8.661.397,10 €	-14.341.121,81 €	-18.243.135,45 €	-21.906.063,62 €	-25.192.495,59 €	-28.097.833,08 €	-30.617.387,33 €	-32.746.377,39 €
Dividendos repartibles anualmente	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Dividendos repartibles acumulados	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

CÁLCULO DEL BALANCE TRAS EL REPARTO DEL TOTAL DE LOS DIVIDENDOS REPARTIBLES

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Caja necesaria	0,00 €	325.961,63 €	531.604,55 €	677.333,69 €	690.412,10 €	703.745,86 €	717.339,98 €	731.199,58 €	745.329,91 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	-48.067.309	-8.220.607	-13.900.332	-17.802.346	-21.465.274	-24.751.706	-27.657.043	-30.176.597	-32.305.588
Clientes	0,00 €	651.923,27 €	1.063.209,10 €	1.354.667,37 €	1.380.824,20 €	1.407.491,71 €	1.434.679,95 €	1.462.399,17 €	1.490.659,81 €
Stock	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inmovilizado neto	103.782.899	78.662.585	90.090.601	86.065.617	82.040.633	78.015.649	73.990.665	69.965.681	65.940.697
Gasto amortizables netos	2.000.000	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Activo	57.715.589,87 €	71.419.862,86 €	77.785.082,85 €	70.295.272,58 €	62.646.595,60 €	55.375.180,85 €	48.485.641,69 €	41.982.682,21 €	35.871.099,06 €
Proveedores	0,00 €	977.884,90 €	1.594.813,64 €	2.032.001,06 €	2.071.236,30 €	2.111.237,57 €	2.152.019,93 €	2.193.598,75 €	2.235.989,72 €
Deuda principal	47.137.300,00 €	68.525.085,19 €	79.953.101,14 €	75.928.117,09 €	71.903.133,05 €	67.878.149,00 €	63.853.164,96 €	59.828.180,91 €	55.803.196,87 €
Reservas (beneficios no distribuidos)	0,00 €	-8.661.397,10 €	-14.341.121,81 €	-18.243.135,45 €	-21.906.063,62 €	-25.192.495,59 €	-28.097.833,08 €	-30.617.387,33 €	-32.746.377,39 €
Capital	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €
Total Pasivo	57.715.589,87 €	71.419.862,86 €	77.785.082,85 €	70.295.272,58 €	62.646.595,60 €	55.375.180,85 €	48.485.641,69 €	41.982.682,21 €	35.871.099,06 €

CÁLCULO DEL BALANCE TERMINAL AUTOMATIZADA

Capital de los accionistas	10%
Financiación con deuda	90%
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables	105.782.899

BALANCE ANTES DEL REPARTO DE DIVIDENDOS

	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Caja necesaria	759.736,27 €	774.424,10 €	789.398,95 €	804.666,47 €	820.232,41 €	836.102,66 €	852.283,21 €	868.780,16 €	885.599,76 €	902.748,35 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	-34.798.874,62 €	-36.146.703,10 €	-36.794.589,64 €	-37.042.621,37 €	-36.932.660,06 €	-36.535.357,56 €	-35.846.882,21 €	-35.078.594,07 €	-34.225.980,04 €	-62.294.378,93 €
Clientes	1.519.472,53 €	1.548.848,20 €	1.578.797,90 €	1.609.332,93 €	1.640.464,82 €	1.672.205,32 €	1.704.566,41 €	1.737.560,32 €	1.771.199,51 €	1.805.496,70 €
Stock	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado neto	61.915.712,82 €	57.890.728,77 €	54.165.744,73 €	50.440.760,68 €	46.715.776,64 €	42.990.792,59 €	39.265.808,55 €	39.897.095,19 €	40.180.381,96 €	36.447.821,93 €
Gasto amortizables netos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total Activo	29.396.047,00 €	24.067.297,98 €	19.739.351,94 €	15.812.138,72 €	12.243.813,81 €	8.963.743,01 €	5.975.775,96 €	7.424.841,60 €	8.611.201,20 €	-23.138.311,96 €
Proveedores	2.279.208,80 €	2.323.272,30 €	2.368.196,85 €	2.413.999,40 €	2.460.697,23 €	2.508.307,98 €	2.556.849,62 €	2.606.340,48 €	2.656.799,27 €	2.708.245,05 €
Deuda principal	51.778.212,82 €	47.753.228,77 €	44.028.244,73 €	40.303.260,68 €	36.578.276,64 €	32.853.292,59 €	29.128.308,55 €	29.759.595,19 €	30.042.881,96 €	-3.732.560,04 €
Beneficios del año	-1.747.957,19 €	-1.347.828,48 €	-647.886,54 €	-248.031,73 €	109.961,31 €	397.302,50 €	688.475,35 €	768.288,14 €	852.614,03 €	1.974.483,07 €
Reservas acumuladas	-33.491.707,30 €	-35.239.664,49 €	-36.587.492,97 €	-37.235.379,52 €	-37.483.411,24 €	-37.373.449,94 €	-36.976.147,43 €	-36.287.672,08 €	-35.519.383,95 €	-34.666.769,91 €
Capital	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €
Total Pasivo	29.396.047,00 €	24.067.297,98 €	19.739.351,94 €	15.812.138,72 €	12.243.813,81 €	8.963.743,01 €	5.975.775,96 €	7.424.841,60 €	8.611.201,20 €	-23.138.311,96 €

CÁLCULO DE LOS DIVIDENDOS DISTRIBUIBLES

	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Flujo de caja para el servicio de la deuda (FCD)	4.174.107,88 €	4.433.643,63 €	4.698.248,14 €	4.968.021,18 €	5.195.938,20 €	5.353.209,26 €	5.514.317,96 €	5.771.597,23 €	6.032.639,99 €	5.854.831,30 €
Servicio de la deuda anual(SD)	5.907.658,72 €	5.766.784,27 €	5.331.159,83 €	5.200.785,39 €	5.070.410,95 €	4.940.036,51 €	4.809.662,07 €	4.986.812,14 €	5.163.206,36 €	3.863.199,64 €
Flujo de caja disponible para dividendos (FCDiv=FCD-SD)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	125.527,25 €	413.172,75 €	704.655,90 €	784.785,09 €	869.433,63 €	1.991.631,66 €
FCDiv acumulado	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	125.527,25 €	538.700,00 €	1.243.355,90 €	2.028.140,99 €	2.897.574,62 €	4.889.206,28 €
Beneficios del año	-1.733.550,83 €	-1.333.140,65 €	-632.911,69 €	-232.764,21 €	125.527,25 €	413.172,75 €	704.655,90 €	784.785,09 €	869.433,63 €	1.991.631,66 €
Beneficios acumulados como límite al reparto de dividendos	-34.479.928,22 €	-35.813.068,87 €	-36.445.980,56 €	-36.678.744,77 €	-36.553.217,52 €	-36.140.044,77 €	-35.435.388,88 €	-34.650.603,79 €	-33.781.170,16 €	-31.789.538,49 €
Dividendos repartibles anualmente	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	125.527,25 €	538.700,00 €	1.243.355,90 €	2.028.140,99 €	2.897.574,62 €	4.889.206,28 €
Dividendos repartibles acumulados	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

CÁLCULO DEL BALANCE TRAS EL REPARTO DEL TOTAL DE LOS DIVIDENDOS REPARTIBLES

	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Caja necesaria	759.736,27 €	774.424,10 €	789.398,95 €	804.666,47 €	820.232,41 €	836.102,66 €	852.283,21 €	868.780,16 €	885.599,76 €	902.748,35 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	-34.039.138	-35.372.279	-36.005.191	-36.237.955	-36.112.428	-35.699.255	-34.994.599	-34.209.814	-33.340.380	-61.391.631
Clientes	1.519.472,53 €	1.548.848,20 €	1.578.797,90 €	1.609.332,93 €	1.640.464,82 €	1.672.205,32 €	1.704.566,41 €	1.737.560,32 €	1.771.199,51 €	1.805.496,70 €
Stock	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inmovilizado neto	61.915.713	57.890.729	54.165.745	50.440.761	46.715.777	42.990.793	39.265.809	39.897.095	40.180.382	36.447.822
Gasto amortizables netos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Activo	30.155.783,27 €	24.841.722,08 €	20.528.750,89 €	16.616.805,18 €	13.064.046,22 €	9.799.845,67 €	6.828.059,16 €	8.293.621,76 €	9.496.800,95 €	-22.235.563,61 €
Proveedores	2.279.208,80 €	2.323.272,30 €	2.368.196,85 €	2.413.999,40 €	2.460.697,23 €	2.508.307,98 €	2.556.849,62 €	2.606.340,48 €	2.656.799,27 €	2.708.245,05 €
Deuda principal	51.778.212,82 €	47.753.228,77 €	44.028.244,73 €	40.303.260,68 €	36.578.276,64 €	32.853.292,59 €	29.128.308,55 €	29.759.595,19 €	30.042.881,96 €	-3.732.560,04 €
Reservas (beneficios no distribuidos)	-34.479.928,22 €	-35.813.068,87 €	-36.445.980,56 €	-36.678.744,77 €	-36.553.217,52 €	-36.140.044,77 €	-35.435.388,88 €	-34.650.603,79 €	-33.781.170,16 €	-31.789.538,49 €
Capital	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €
Total Pasivo	30.155.783,27 €	24.841.722,08 €	20.528.750,89 €	16.616.805,18 €	13.064.046,22 €	9.799.845,67 €	6.828.059,16 €	8.293.621,76 €	9.496.800,95 €	-22.235.563,61 €

CÁLCULO DEL BALANCE TERMINAL AUTOMATIZADA

Capital de los accionistas	10%
Financiación con deuda	90%
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables	105.782.899

BALANCE ANTES DEL REPARTO DE DIVIDENDOS

	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27
Caja necesaria	920.232,42 €	938.058,58 €	956.233,57 €	974.764,26 €	993.657,67 €	1.012.920,94 €	1.032.561,37 €	1.052.586,38 €	1.073.003,56 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	-56.400.666,96 €	-50.246.230,06 €	-43.867.255,02 €	-37.259.349,70 €	-30.418.035,46 €	-23.338.745,41 €	-16.016.822,65 €	-8.447.518,52 €	-625.990,78 €
Cientes	1.840.464,84 €	1.876.117,16 €	1.912.467,14 €	1.949.528,53 €	1.987.315,34 €	2.025.841,88 €	2.065.122,73 €	2.105.172,76 €	2.146.007,13 €
Stock	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Inmovilizado neto	32.674.767,84 €	28.901.713,76 €	25.128.659,67 €	21.355.605,59 €	17.582.551,50 €	13.809.497,42 €	10.036.443,33 €	6.263.389,24 €	2.490.335,16 €
Gasto amortizables netos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total Activo	-20.965.201,85 €	-18.530.340,56 €	-15.869.894,63 €	-12.979.451,32 €	-9.854.510,95 €	-6.490.485,17 €	-2.882.695,22 €	973.629,86 €	5.083.355,07 €
Proveedores	2.760.697,26 €	2.814.175,75 €	2.868.700,71 €	2.924.292,79 €	2.980.973,02 €	3.038.762,83 €	3.097.684,10 €	3.157.759,14 €	3.219.010,69 €
Deuda principal	-3.773.054,09 €	-3.773.054,09 €	-3.773.054,09 €	-3.773.054,09 €	-3.773.054,09 €	-3.773.054,09 €	-3.773.054,09 €	-3.773.054,09 €	-3.773.054,09 €
Beneficios del año	2.161.151,94 €	2.381.382,81 €	2.605.920,96 €	2.834.851,23 €	3.068.260,15 €	3.306.235,97 €	3.548.868,68 €	3.796.250,04 €	4.048.473,66 €
Reservas acumuladas	-32.692.286,84 €	-30.531.134,91 €	-28.149.752,09 €	-25.543.831,13 €	-22.708.979,90 €	-19.640.719,75 €	-16.334.483,78 €	-12.785.615,11 €	-8.989.365,07 €
Capital	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €
Total Pasivo	-20.965.201,85 €	-18.530.340,56 €	-15.869.894,63 €	-12.979.451,32 €	-9.854.510,95 €	-6.490.485,17 €	-2.882.695,22 €	973.629,86 €	5.083.355,07 €

CÁLCULO DE LOS DIVIDENDOS DISTRIBUIBLES

	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27
Flujo de caja para el servicio de la deuda (FCD)	6.083.746,99 €	6.304.319,95 €	6.529.206,93 €	6.758.492,90 €	6.992.264,54 €	7.230.610,22 €	7.473.620,08 €	7.721.386,03 €	7.974.001,82 €
Servicio de la deuda anual(SD)	3.905.110,98 €	3.905.110,98 €	3.905.110,98 €	3.905.110,98 €	3.905.110,98 €	3.905.110,98 €	3.905.110,98 €	3.905.110,98 €	3.905.110,98 €
Flujo de caja disponible para dividendos (FCDiv=FCD-SD)	2.178.636,01 €	2.399.208,97 €	2.624.095,95 €	2.853.381,92 €	3.087.153,56 €	3.325.499,24 €	3.568.509,10 €	3.816.275,05 €	4.068.890,84 €
FCDiv acumulado	7.067.842,29 €	9.467.051,26 €	12.091.147,21 €	14.944.529,14 €	18.031.682,70 €	21.357.181,94 €	24.925.691,04 €	28.741.966,09 €	32.810.856,93 €
Beneficios del año	2.178.636,01 €	2.399.208,97 €	2.624.095,95 €	2.853.381,92 €	3.087.153,56 €	3.325.499,24 €	3.568.509,10 €	3.816.275,05 €	4.068.890,84 €
Beneficios acumulados como límite al reparto de dividendos	-29.610.902,48 €	-27.211.693,51 €	-24.587.597,56 €	-21.734.215,64 €	-18.647.062,08 €	-15.321.562,84 €	-11.753.053,74 €	-7.936.778,69 €	-3.867.887,84 €
Dividendos repartibles anualmente	7.067.842,29 €	9.467.051,26 €	12.091.147,21 €	14.944.529,14 €	18.031.682,70 €	21.357.181,94 €	24.925.691,04 €	28.741.966,09 €	32.810.856,93 €
Dividendos repartibles acumulados	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

CÁLCULO DEL BALANCE TRAS EL REPARTO DEL TOTAL DE LOS DIVIDENDOS REPARTIBLES

	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27
Caja necesaria	920.232,42 €	938.058,58 €	956.233,57 €	974.764,26 €	993.657,67 €	1.012.920,94 €	1.032.561,37 €	1.052.586,38 €	1.073.003,56 €
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	-55.480.435	-49.308.171	-42.911.021	-36.284.585	-29.424.378	-22.325.824	-14.984.261	-7.394.932	447.013
Cientes	1.840.464,84 €	1.876.117,16 €	1.912.467,14 €	1.949.528,53 €	1.987.315,34 €	2.025.841,88 €	2.065.122,73 €	2.105.172,76 €	2.146.007,13 €
Stock	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inmovilizado neto	32.674.768	28.901.714	25.128.660	21.355.606	17.582.552	13.809.497	10.036.443	6.263.389	2.490.335
Gasto amortizables netos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Activo	-20.044.969,43 €	-17.592.281,98 €	-14.913.661,06 €	-12.004.687,05 €	-8.860.853,27 €	-5.477.564,22 €	-1.850.133,85 €	2.026.216,24 €	6.156.358,64 €
Proveedores	2.760.697,26 €	2.814.175,75 €	2.868.700,71 €	2.924.292,79 €	2.980.973,02 €	3.038.762,83 €	3.097.684,10 €	3.157.759,14 €	3.219.010,69 €
Deuda principal	-3.773.054,09 €	-3.773.054,09 €	-3.773.054,09 €	-3.773.054,09 €	-3.773.054,09 €	-3.773.054,09 €	-3.773.054,09 €	-3.773.054,09 €	-3.773.054,09 €
Reservas (beneficios no distribuidos)	-29.610.902,48 €	-27.211.693,51 €	-24.587.597,56 €	-21.734.215,64 €	-18.647.062,08 €	-15.321.562,84 €	-11.753.053,74 €	-7.936.778,69 €	-3.867.887,84 €
Capital	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €
Total Pasivo	-20.044.969,43 €	-17.592.281,98 €	-14.913.661,06 €	-12.004.687,05 €	-8.860.853,27 €	-5.477.564,22 €	-1.850.133,85 €	2.026.216,24 €	6.156.358,64 €

CÁLCULO DEL VAN, TIR Y PERÍODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN EN BASE A CAPITAL INVERTIDO Y DIVIDENDOS

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Capital invertido	lo	10.578.289,87 €								
Dividendos repartibles anualmente		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Tasa de descuento aplicable para calcular el VAN	t	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%
Dividendos descontados			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
VA de los dividendos		46.319.757,77 €								
VAN de la inversión		35.741.467,89 €	35.741.467,89 €							
Esquema de la inversión		Año 0 0,00 €	Año 1 -10.578.289,87 €	Año 2 0,00 €	Año 3 0,00 €	Año 4 0,00 €	Año 5 0,00 €	Año 6 0,00 €	Año 7 0,00 €	Año 8 0,00 €
TIR de la inversión		13,74%								
Dividendos repartibles acumulados (A)		Año 0 0,00 €	Año 1 0,00 €	Año 2 0,00 €	Año 3 0,00 €	Año 4 0,00 €	Año 5 0,00 €	Año 6 0,00 €	Año 7 0,00 €	Año 8 0,00 €
Capital invertido (B)		10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €
A-B		-10.578.289,87 €	-10.578.289,87 €	-10.578.289,87 €	-10.578.289,87 €	-10.578.289,87 €	-10.578.289,87 €	-10.578.289,87 €	-10.578.289,87 €	-10.578.289,87 €
Años (el primero que aparece en la fila distinto de 0)			0	0	0	0	0	0	0	0
Periodo de retorno de la inversión		18	Años							

CÁLCULO DEL VAN, TIR Y PERÍODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN EN BASE A CAPITAL INVERTIDO Y DIVIDENDOS

	Año 19 19	Año 20 20	Año 21 21	Año 22 22	Año 23 23	Año 24 24	Año 25 25	Año 26 26	Año 27 27
Capital invertido									
Dividendos repartibles anualmente	7.067.842,29 €	9.467.051,26 €	12.091.147,21 €	14.944.529,14 €	18.031.682,70 €	21.357.181,94 €	24.925.691,04 €	28.741.966,09 €	32.810.856,93 €
Tasa de descuento aplicable para calcular el VAN	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%
Dividendos descontados	2.336.013,83 €	2.951.871,33 €	3.556.676,28 €	4.147.183,01 €	4.720.645,15 €	5.274.765,79 €	5.807.651,88 €	6.317.772,39 €	6.803.920,19 €
VA de los dividendos									
VAN de la inversión									
Esquema de la inversión	7.067.842,29 €	9.467.051,26 €	12.091.147,21 €	14.944.529,14 €	18.031.682,70 €	21.357.181,94 €	24.925.691,04 €	28.741.966,09 €	32.810.856,93 €
TIR de la inversión									
Dividendos repartibles	7.067.842,29 €	9.467.051,26 €	12.091.147,21 €	14.944.529,14 €	18.031.682,70 €	21.357.181,94 €	24.925.691,04 €	28.741.966,09 €	32.810.856,93 €
Dividendos repartibles acumulados (A)	18.790.347,33 €	28.257.398,59 €	40.348.545,81 €	55.293.074,94 €	73.324.757,64 €	94.681.939,58 €	119.607.630,61 €	148.349.596,70 €	181.160.453,63 €
Capital invertido (B)	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €	10.578.289,87 €
A-B	8.212.057,45 €	17.679.108,72 €	29.770.255,93 €	44.714.785,07 €	62.746.467,76 €	84.103.649,70 €	109.029.340,74 €	137.771.306,82 €	170.582.163,76 €
Años (el primero que aparece en la fila distinto de 0)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Periodo de retorno de la inversión		18							