

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos  
Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas  
Universidad Politécnica de Cartagena



## Estudio de Viabilidad de una Terminal Ro-Ro en el Puerto de Cartagena

Autor: Carla Huarte Belzunce  
Director: José María Gómez Fuster  
Curso: 2016 – 2017



## Índice

|   |    |
|---|----|
| 1. Introducción y antecedentes .....                            | 9  |
| 1.1. Introducción.....  | 9  |
| 1.1.1. Motivación.....  | 9  |
| 1.1.2. Objetivos.....   | 10 |
| 1.2. Antecedentes.....  | 10 |
| 2. Transporte marítimo de corta distancia .....                 | 13 |
| 2.1. Definición .....   | 13 |
| 2.2. Ventajas del TMCD.....                                     | 14 |
| 3. Estudio de mercado .....                                     | 16 |
| 3.1. Competencias del TMCD.....                                 | 17 |
| 3.1.1. Libro Blanco de la Comisión Europea (6).....             | 18 |
| 3.2. Características de Argelia.....                            | 19 |
| 3.2.1. Situación actual y evolución económica y comercial ..... | 20 |
| 3.2.2. Principales puertos de Argelia.....                      | 22 |
| 3.2.3. Comercio exterior entre España y Argelia.....            | 23 |
| 3.3. Selección de la línea de transporte España – Argelia ..... | 25 |
| 3.4. Previsión de las exportaciones españolas en 2017 .....     | 25 |
| 3.5. Coste del transporte .....                                 | 29 |
| 3.5.1. Transporte de mercancías por carretera.....              | 29 |
| 3.5.2. Coste total del transporte .....                         | 30 |
| 4. Terminal ro-ro .....   | 35 |
| 4.1. Definición y características .....                         | 35 |
| 4.2. Buque ro-ro.....   | 37 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 4.3.   | ROM 2.0 – 11 (21) .....   | 41 |
| 4.3.1. | Longitud de atraque .....   | 42 |
| 4.3.2. | Tacón .....   | 43 |
| 4.3.3. | Área de operación .....   | 45 |
| 4.3.4. | Área de almacenamiento .....  | 46 |
| 4.4.   | Localización de la terminal.....                                      | 46 |
| 4.4.1. | Alternativas.....   | 46 |
| 4.4.2. | Características de la dársena de Escombreras .....                    | 48 |
| 4.5.   | Dimensionamiento de la terminal .....                                 | 53 |
| 4.5.1. | Longitud de atraque .....   | 54 |
| 4.5.2. | Calado necesario .....  | 55 |
| 4.5.3. | Tacones fijos .....   | 55 |
| 4.5.4. | Situación de la terminal.....   | 55 |
| 4.6.   | Clasificación de las superficies portuarias según la ROM 4.1-94 ..... | 56 |
| 4.6.1. | Clasificación .....   | 56 |
| 4.6.2. | Estudio de cargas.....  | 58 |
| 4.6.3. | Índices de intensidad de uso .....                                    | 60 |
| 4.6.4. | Cargas de cálculo según el uso de las superficies portuarias.....     | 61 |
| 4.6.5. | Intensidad de uso según el uso de las superficies portuarias.....     | 62 |
| 4.6.6. | Resumen .....   | 62 |
| 4.7.   | Rampa Ro-Ro .....   | 62 |
| 4.8.   | Accesos al Puerto de Cartagena .....                                  | 63 |
| 4.9.   | Necesidades constructivas.....  | 66 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 4.9.1. | Construcción de las rampas para carga rodada ..... | 68 |
| 4.10.  | Diseño de la terminal .....                        | 69 |
| 5.     | Presupuesto de la terminal y cadena de costes..... | 70 |
| 5.1.   | Presupuesto de la terminal.....                    | 70 |
| 5.2.   | Cadena de costes .....                             | 70 |
| 5.2.1. | Coste del suelo.....                               | 71 |
| 5.2.2. | Alquiler del buque .....                           | 72 |
| 5.2.3. | Costes de pertrecho .....                          | 72 |
| 5.2.4. | Coste de personal .....                            | 73 |
| 5.2.5. | Coste del combustible .....                        | 73 |
| 5.2.6. | Tasas portuarias.....                              | 74 |
| 5.2.7. | Coste de la terminal.....                          | 77 |
| 5.3.   | Costes totales y balance .....                     | 78 |
| 6.     | Conclusión .....                                   | 83 |
| 7.     | Bibliografía .....                                 | 84 |
|        | ANEJO N°1 PLANOS .....                             | 88 |
|        | ANEJO N°2 PRESUPUESTO.....                         | 94 |

## Lista de Tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Principales socios comerciales de Argelia (millones de dólares).....                                    | 22 |
| Tabla 2. Evolución de exportaciones de las distintas provincias del hinterland, en toneladas.<br>.....           | 29 |
| Tabla 3. Franjas de distancia terrestre y extrapolación de tiempos. Fuente: APC. ....                            | 30 |
| Tabla 4. Características del transporte Almería - Argelia. Fuente: Simulador del SSS.....                        | 32 |
| Tabla 5. Características del transporte Albacete - Argelia. Fuente: Simulador del SSS. ....                      | 33 |
| Tabla 6. Características del transporte Almería - Argelia a través de la nueva línea Cartagena<br>- Orán.....    | 33 |
| Tabla 7. Características del transporte Albacete - Argelia a través de la nueva línea<br>Cartagena - Orán. ....  | 34 |
| Tabla 8. Ventajas e inconvenientes del transporte marítimo de carga rodada.....                                  | 37 |
| Tabla 9. Dimensiones principales de los buques que operan en rutas del TMCD.....                                 | 39 |
| Tabla 10. Resguardos en planta recomendados en línea de atraque. Fuente: ROM 2.0-11.<br>.....                    | 43 |
| Tabla 11. Criterios para la determinación de niveles mínimos de coronación de las obras de<br>atraque fijas..... | 45 |
| Tabla 12. Clasificación de las zonas de la terminal de estudio. Fuente: propia.....                              | 62 |
| Tabla 13. Espesor de pavimento mínimo según especificaciones de la ROM 4.1-94.....                               | 67 |
| Tabla 14. Coste del suelo de la terminal. ....   | 72 |
| Tabla 15. Relación entre capacidad y consumo por tipo de buque y valores de correlación<br>estadística.....      | 73 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 16. Precio del combustible por km recorrido. ....                                  | 74 |
| Tabla 17. Costes de la terminal. ....  | 77 |
| Tabla 18. Resultado de costes totales. ....  | 78 |
| Tabla 19. Relación entre importaciones y exportaciones entre España y Argelia. ....      | 79 |
| Tabla 20. Cálculo del % de la capacidad del buque utilizado por trayecto importado. .... | 79 |
| Tabla 21. Ganancias y pérdidas anuales tomando coste por trayecto y camión 1.000 €...    | 81 |

## Lista de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Mapa de la red de rutas terrestres y marítimas en la Unión Europea. Fuente: TEN-T ..... | 11 |
| Figura 2. Variación de emisiones de CO2 de los medios de transporte. Fuente:UNFCCC..              | 12 |
| Figura 3. Zona de influencia del Puerto de Cartagena. ....  | 16 |
| Figura 4. Principales puertos de Argelia. ....  | 20 |
| Figura 5. Balance comercial de Argelia. Fuente: OEC.....  | 21 |
| Figura 6. Comercio exterior de España con Argelia. Fuente: APC.....                               | 24 |
| Figura 7. Evolución del PIB en España. Fuente: Banco Mundial. ....                                | 26 |
| Figura 8. Relación exportaciones Región de Murcia y exportaciones nacionales. ....                | 27 |
| Figura 9. Relación exportaciones Castilla la Manca - España.....                                  | 28 |
| Figura 10. Costes de un vehículo articulado de carga general.....                                 | 30 |
| Figura 11. Parámetros adoptados para el simulador del SSS en España (18).....                     | 31 |
| Figura 12. Transporte Intermodal Albacete - Orán, con líneas marítimas existentes. ....           | 32 |
| Figura 13. Esquema general de una Terminal Ro-Ro. ....  | 36 |
| Figura 14. Buque Galicia, naviera Suardiaz. ....  | 39 |
| Figura 15. Dimensiones de la carga máxima en buque Galicia. Fuente: Naviera Suardiaz.             | 40 |
| Figura 16. Ficha técnica del buque Galicia. Fuente: Naviera Suardiaz (20). ....                   | 41 |
| Figura 17. Características rampa buque Galicia. Fuente: Naviera Suardiaz.....                     | 41 |
| Figura 18. Zonas de una terminal ro-ro. Fuente: ROM 2.0-11. ....                                  | 42 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 19. Posición y dimensiones de tacón fijo en planta. Fuente: ROM 2.0-11. ....  | 44 |
| Figura 20. Distribución del Puerto de Cartagena. ....  | 47 |
| Figura 21. Esquema dársena de Escombreras. Fuente: APC. ....   | 49 |
| Figura 22. Muelle Príncipe Felipe Oeste, dársena de Escombreras. ¡Error! Marcador no definido.                               |    |
| Figura 23. Muelle Príncipe Felipe Sur, dársena de Escombreras. ....  | 51 |
| Figura 24. Muelle Isaac Peral, dársena de Escombreras. ....  | 52 |
| Figura 25. Muelle Sur, dársena de Escombreras. ....  | 53 |
| Figura 26. Situación de la nueva terminal. ....  | 56 |
| Figura 27. Tractor con semirremolque. Fuente: ROM 4.1-94. ....   | 59 |
| Figura 28. Conexiones interiores Puerto de Cartagena. Fuente: APC. ....  | 64 |
| Figura 29. Accesos al Puerto de Cartagena. Fuente: APC. ....   | 65 |
| Figura 30. Superficie pavimentada por la Autoridad Portuaria de Cartagena en 2014, Dársena de Escombreras. Fuente: APC. .... | 66 |
| Figura 31. Categorías de tráfico. Fuente: ROM 4.1-94. ....   | 67 |
| Figura 32. Rampa ro-ro proyectada. ....  | 69 |
| Figura 33. Resumen de las necesidades constructivas de la terminal ro-ro. ....   | 70 |
| Figura 34. Valores de los terrenos en el Puerto de Cartagena. Fuente: APC. ....  | 71 |
| Figura 35. Valores de lámina de agua en el puerto de Cartagena. Fuente: APC. ....  | 71 |
| Figura 36. Estudio de cadena de costes del tráfico de carga rodada en terminales españolas. ....                             | 73 |

## 1. Introducción y antecedentes

### 1.1. Introducción

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es estudiar la viabilidad de la colocación de una terminal ro-ro en el Puerto de Cartagena haciendo una comparación del coste de implantación de la terminal con los beneficios que se obtendrían con una nueva línea de transporte ro-ro desde la nueva terminal. Para ello se utiliza el volumen de mercancías al que será sometida la nueva terminal realizando un pequeño estudio de la evolución de importaciones y exportaciones de la Región de Murcia y de las posibles provincias que harían uso de esta línea.

#### 1.1.1. Motivación

Actualmente el transporte por carretera es sin duda el modo mayoritario de transporte, tanto de pasajeros como de mercancías. En el año 2014 presentó un crecimiento de casi un 50% del total de mercancías transportadas en la Unión Europea respecto a 1990. Este tipo de transporte es el que mayor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero produce (más adelante GEI) representando casi el 95% de las emisiones del sector del transporte. La Unión Europea ha fijado varias actuaciones para mitigar el cambio climático que hace referencia el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente teniendo en cuenta el transporte (1). Las tres actuaciones tenidas en cuenta son las medidas de fomento de: el trasvase modal en pasajeros, con el uso del transporte público o la bicicleta, y mercancías, con el uso del transporte vía marítima o ferroviaria; combustibles alternativos y la eficiencia energética en el transporte.

La ciudad de Cartagena es una de las puertas marítimas de la Región de Murcia más significativas y gracias a su excelente situación geográfica y de las infraestructuras presentes en su puerto, presenta un buen enclave para la conexión intermodal con la colocación de una nueva terminal del sureste español con los diferentes puertos costeros

del Mar Mediterráneo. Esta terminal formará parte del Transporte Marítimo de Corta Distancia.

### 1.1.2. Objetivos

El principal objetivo de este proyecto ha sido dividido en pequeñas metas:

- Selección del origen y destino de las mercancías.
- Estudio de comercio: evaluación de la cantidad y proveniencia de las mercancías a exportar por la nueva terminal.
- Logística: selección del buque a utilizar, instalaciones necesarias en la terminal, colocación de dicha terminal y distribución de las instalaciones en la nueva terminal.
- Balance económico: estudio de amortización de la inversión inicial para determinar la viabilidad de la implantación de la nueva terminal.

## 1.2. Antecedentes

El transporte ro-ro, llamado así por su nombre en inglés “roll-on/roll-off”, es un sistema de intercambio modal en el que participan elementos de transporte comunes con el transporte terrestre como son los camiones completos, las plataformas y las cabezas tractoras, por lo que el embarque y el desembarque se producen por rodadura. Este tipo de transporte se puede englobar en el Transporte Marítimo de Corta Distancia (TMCD) definido por la normativa comunitaria y la legislación española vigente como: *“movimiento de mercancías y pasajeros por mar entre puertos situados en territorio de la Unión Europea o entre esos puertos y puertos situados en países no europeos con una línea de costa en los mares que rodean Europa”*. (2)

El transporte ro-ro promueve la unión de los medios de transporte marítimo y terrestre. La puesta en marcha de este tipo de transporte en Europa ha facilitado la forma de salvar los pasos fronterizos con notables exigencias geográficas que sufren un considerable volumen de tráfico y características climatológicas adversas en ciertas épocas del año como son los

Pirineos y los Alpes. Por ello, actualmente y referido a España, tienen especial relevancia el arco euromediterráneo y el arco atlántico, los cuales se pueden observar en la Figura 1 y que, a la vez de evitar los pasos fronterizos, también disminuyen el tiempo de transporte al eludir la variabilidad en las congestiones de las carreteras europeas. Por otro lado, en el ámbito del Mar Mediterráneo, el impulso del TMCD debe favorecer la conexión entre los continentes europeo y africano que se establece debido al nacimiento de las diferentes cadenas logísticas presentes en el Magreb (Marruecos, Túnez y Argelia), fruto de su potencialidad y de la traslación de muchos centros productivos europeos a dicha zona geográfica. Este intercambio con el norte de África va en aumento año tras año en paralelo a la cooperación entre puertos del área euromediterránea.

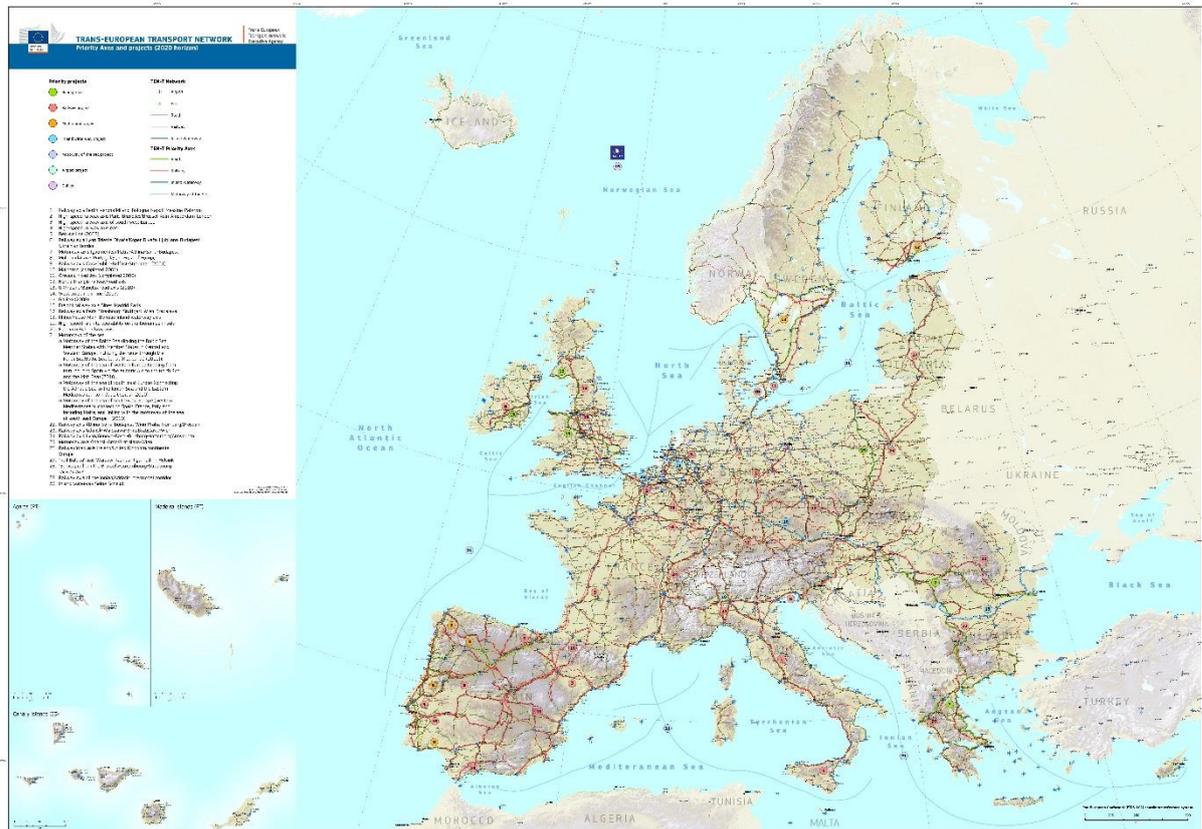


Figura 1. Mapa de la red de rutas terrestres y marítimas en la Unión Europea. Fuente: TEN-T

Uno de los puntos clave para optar por el transporte marítimo de corta distancia, aparte de la disminución del tiempo de transporte, es la baja emisión de GEI por el transporte marítimo respecto al transporte terrestre que se observa en la Figura 2. En ésta se muestra la evolución de las emisiones de GEI de los diferentes tipos de transporte de 1990 a 2009.

## Estudio de viabilidad de una terminal Ro-Ro en el puerto de Cartagena

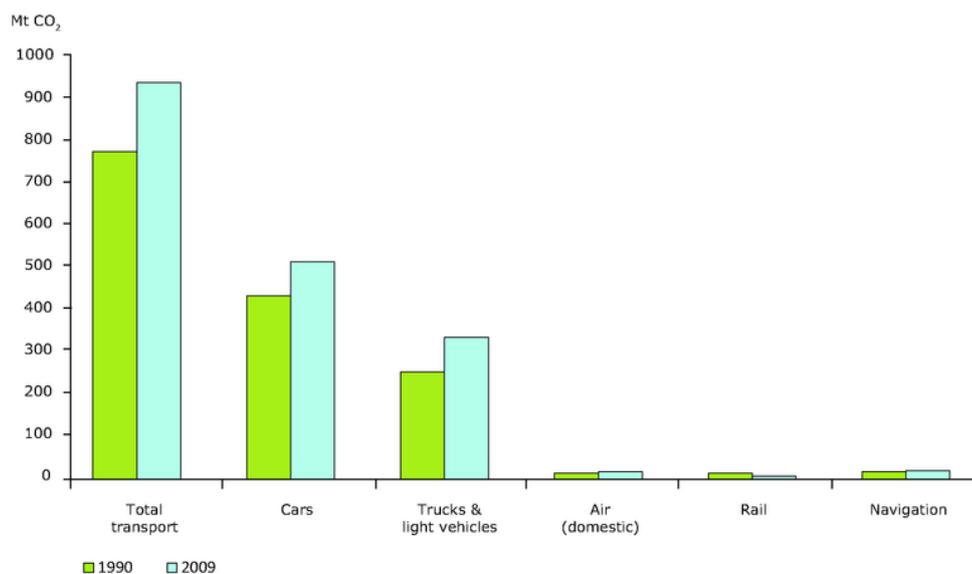


Figura 2. Variación de emisiones de CO<sub>2</sub> de los medios de transporte. Fuente: UNFCCC

El desarrollo de la Red Transeuropea de Transporte y el impulso del uso del modo de transporte marítimo, reduciendo principalmente las trabas administrativas, favorecerán el futuro desarrollo del TMCD en España y en el espacio marítimo común europeo.

## 2. Transporte marítimo de corta distancia

### 2.1. Definición

El TMCD se denomina por el European Shortsea Network (3) como un tipo de transporte intermodal que combina los métodos de transporte terrestres, tanto por carretera como por ferrocarril, con los marítimos. Esto produce un servicio puerta a puerta, normalmente de contenedores o cabezas tractoras, en el cual la mayor parte del transporte se realiza por mar presentando una elevada relación calidad precio. El concepto de TMCD, regulado por la normativa comunitaria y la legislación española vigente, abarca casi todo el tráfico con origen y destino no transoceánico de los puertos europeos, incluidos graneles sólidos, líquidos, mercancía general convencional, contenerizada y ro-ro.

Para potenciar la competitividad que ofrece el TMCD, presentan especial relevancia los servicios marítimos tipo ro-ro. Este tipo de servicios simplifica las operaciones de embarque y desembarque y hace que los servicios por carretera usen las líneas marítimas como una infraestructura alternativa a la carretera sin tener que prescindir de ningún tipo de vehículo utilizado en ésta.

Los tipos de buque ro-ro utilizados para la navegación de corta distancia son los destinados a los siguientes fines:

- Para transporte de camiones, plataformas y semirremolques.
- Para transporte de productos forestales.
- Para transporte de vagones ferroviarios.
- Buques transbordadores o ferris.

Las características principales de una terminal ro-ro son las siguientes:

- Flexibilidad y versatilidad.
- Escasa exigencia de utillaje portuario.

- Necesidad de rampas.
- Amplia superficie terrestre.

En el ámbito del transporte de mercancías, la potenciación del TMCD en España se fundamentó en la creación del Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (4). Este Plan fue elaborado por el ministerio de Fomento proyectando actuaciones en infraestructuras y transportes en el periodo 2005 – 2020, que asume un compromiso público en el desarrollo de las políticas de las que es responsable y persigue una serie de objetivos respecto al TMCD:

- a) Reequilibrar la participación de los modos de transporte en las relaciones con Europa y el Mediterráneo, de acuerdo con el objetivo general de movilidad sostenible que rige la Política Común de Transporte.
- b) Contribuir a resolver la congestión del transporte por carretera en los ejes principales que soportan la relación comercial con el resto de Europa.
- c) Fomentar el empleo del modo marítimo como opción de transporte complementaria al camión.

Los efectos de llevar a cabo este Plan serían los ahorros de tiempos y costes derivados de la mejora de la prestación de servicios de largo recorrido.

## 2.2. Ventajas del TMCD

El TMCD es un transporte respetuoso con el medio ambiente ya que, a la vez de producir una menor contaminación respecto al transporte terrestre, presenta un menor consumo energético. A su vez, las estadísticas del Consejo Europeo de Seguridad en el Transporte muestran una mayor seguridad en el transporte marítimo, produciéndose en el transporte por carretera la mayoría de víctimas.

Un aumento en la utilización del TMCD producirá una disminución de la saturación de las carreteras europeas y un menor coste externo, siendo este diferente según el tipo de transporte: 24 €/t · km por carretera, 12€/t · km ferroviario y 4 €/t · km marítimo.

### 3. Estudio de mercado

A la hora de realizar el estudio de mercado de la nueva terminal se debe determinar el *hinterland* y el *foreland* de ésta, siendo el *hinterland* la región que, pudiendo ser nacional o internacional, es origen de las mercancías embarcadas en el puerto y destino de las mercancías desembarcadas en el mismo; mientras que el *foreland* se define como la región origen, nacional o internacional, de las mercancías desembarcadas y destino de las mercancías embarcadas en el puerto de estudio. Dentro del mismo *hinterland* se pueden definir diferentes zonas, siendo la más próxima al puerto la que no tenga prácticamente competencia, mientras que las zonas más alejadas a éste tendrán una mayor competencia con puertos cercanos.

En este proyecto se toma como *hinterland*, o zona de influencia, un área de 200 km de radio desde el Puerto de Cartagena para así poder estudiar la competencia que presentará la nueva terminal con respecto a puertos cercanos como pueden ser el de Alicante o Valencia. En la Figura 3 se puede observar esa área y las provincias involucradas en la zona de influencia de Cartagena que serán Murcia, Albacete, Alicante y Almería.

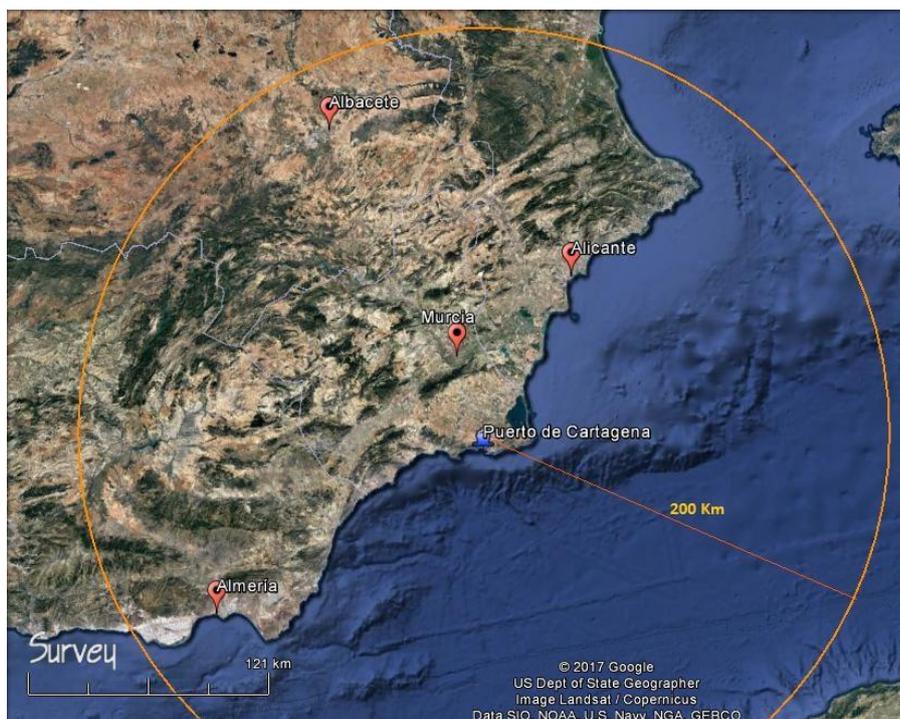


Figura 3. Zona de influencia del Puerto de Cartagena.

### 3.1. Competencias del TMCD

Los diferentes modos de transporte siempre han competido entre sí y, en lo referente a los puertos, esto sigue siendo un hecho, habiendo evolucionado esta competencia con el tiempo. El frente marítimo es el más importante en una zona portuaria, aunque el frente terrestre va cobrando cada vez más importancia respecto al primero. Esto se debe al aumento de centros de intercambios de mercancías y de actividades logísticas en las que se combinan ambos frentes portuarios.

El tráfico de carga rodada dentro del sistema portuario español tiene un peso significativo. Según un estudio de la cadena de costes para el tráfico de carga rodada, realizado por Puertos del Estado en septiembre de 2015 (5), se obtienen los siguientes datos: en el año 2013 el tráfico de carga rodada fue de 44.763.343 toneladas, lo que representó un incremento del 3,87% con respecto al 2012 y, a su vez, este tipo de tráfico representó un 9,76% sobre el tráfico total portuario y un 20,97% del volumen total de mercancía general, por lo que desde dicho año el transporte marítimo de carga rodada ya empezaba a mostrar un incremento significativo a nivel nacional.

La Comisión Europea redactó en 2011 el Libro Blanco “Transporte 2050” (6) que se centra en la transformación del sistema de transporte y realiza una estrategia detallada enfocada en mejorar la eficiencia y competitividad de los transportes, disminuir los GEI producidos por los diferentes tipos de transporte, reducir la congestión de carreteras europeas y fomentar el crecimiento y la creación de empleo. Para aumentar la competitividad de los transportes el mayor ejemplo dado por la Comisión es el de desarrollar el Short Sea Shipping (SSS más adelante) en español denominado Transporte Marítimo de Corta Distancia ya definido. Debido a las ventajas que presenta este tipo de transporte es un elemento muy valorado en relación a la competitividad del transporte en la UE.

### 3.1.1. Libro Blanco de la Comisión Europea (6)

El Libro Blanco es parte de la tradición de otros grandes documentos estratégicos europeos relacionados con el transporte. En 1992 la Comisión Europea publicó un Libro Blanco sobre la política común del transporte que se dedicó a la apertura del mercado en líneas con las prioridades del momento. Casi diez años después, el Libro Blanco de 2001 enfatizó la necesidad de manejar el crecimiento del transporte con el uso de todos los modos de transporte. En 2011, éste se centra en la transformación del sistema de transporte, al realizar esta transformación y promover modos de transporte más eficientes y menos contaminantes se disminuirá la dependencia de Europa al petróleo teniendo en cuenta que las fuentes de petróleo actuales van disminuyendo y volviéndose más inestables con el tiempo.

En esta estrategia denominada “Transporte 2050” la Comisión establece como objetivo una reducción de un 80 - 95 % de emisiones de GEI para 2050 respecto a los niveles de 1990 situando objetivos a más corto plazo para poder estudiar la evolución y las probabilidades de alcanzar el objetivo principal. Para llegar a la reducción citada se evalúa que, en lo referente al sector del transporte, se ha de realizar una disminución del 60% de emisiones de GEI para 2050. Aunque el modo de transporte más contaminante actualmente es el transporte por carretera, mostrado en la Figura 2, se afirma que el comportamiento medioambiental tanto del transporte por carretera como marítimo puede y debe ser mejorado perfeccionando la tecnología, optimizando las operaciones y los combustibles. Como objetivo esta estrategia establece que las emisiones de CO<sub>2</sub> de la UE debidas al transporte marítimo deben reducirse en un 40 – 50 % hasta 2050 tomando como comparación los niveles de 2005.

Estas reducciones de emisiones y el fomento de la independencia del petróleo en la UE no pretenden producir una restricción de la movilidad sino un aumento de la eficiencia y una mejor competitividad de los transportes utilizando menos energía, más limpia, y explotando mejor las infraestructuras.

### 3.2. Características de Argelia

Argelia es un país que depende de los precios del petróleo, el cual representa el 95% de sus exportaciones, el 40% de los ingresos públicos y el 35% del PIB. El FMI prevé un crecimiento de la economía argelina menor respecto a años anteriores debido a la caída del precio del petróleo y, aun así, en 2017 esta economía mostrará un crecimiento de un 2,9% respecto al año anterior. (7) El principal medio de transporte utilizado en Argelia es el marítimo, tanto para la importación como para la exportación, debido a los kilómetros de costa que tiene.

Respecto a la política exterior en África del Norte, Argelia ha liderado los esfuerzos para crear una mayor confianza y coordinación entre sus países vecinos mejorando sus relaciones de cooperación con varios de estos países como son Malí, Níger y Mauritania.

Entre las ciudades más pobladas de Argelia se encuentran Argel, su capital, Orán, Constantina y Annaba; todas ellas situadas en el norte del país y tres de ellas en la costa mediterránea albergando los principales puertos mercantes del país, representados en la Figura 4. Este país cuenta con 1.280 km de costa con 45 puertos en ella, de los cuales 11 son puertos de comercio mixtos, 2 especiales para hidrocarburos, 31 de pesca y 1 de recreo. Según un estudio de comercio del Español de Comercio Exterior (ICEX) (8) se calcula que para 2025 el dinero invertido en la modernización de los puertos argelinos será de 6.300 millones de euros, siendo los puertos más importantes los de Argel, Annaba, Arzew, Béjaïa, Djen Djen, Jijel, Mostaganem, Orán, Skikda, Ghazaouet y Dellys.



Figura 4. Principales puertos de Argelia.

Argelia tiene una de las redes de carreteras más densas del continente africano conteniendo 112.696 kilómetros de carreteras de las cuales 29.280 son autovías, mientras que su red ferroviaria es de unos 5.000 kilómetros y está en proceso de expansión lo que muestra una gran conexión entre las diferentes ciudades.

### 3.2.1. Situación actual y evolución económica y comercial

En 2015 Argelia exportó 37,7 miles de millones de dólares presentando una tasa anualizada de decrecimiento del 9,1% respecto al 2010. Estas exportaciones están lideradas por el gas petróleo seguidas por el petróleo crudo, que representan el 41,7%, y el 32,8% del total de las exportaciones del país, respectivamente. A su vez, en ese mismo año, las importaciones se incrementaron con una tasa anualizada del 4,2% respecto a 2010, llegando a los 52,4 miles de millones de dólares. Estas importaciones están lideradas por la importación de trigo y de coches, en un 4,22 y 3,87% respectivamente. En la Figura 5, obtenida del Observatory of Economic Complexity (OEC) (9), se muestra el balance comercial de Argelia hasta 2015, en el que se puede observar el incremento de las importaciones respecto a las exportaciones.

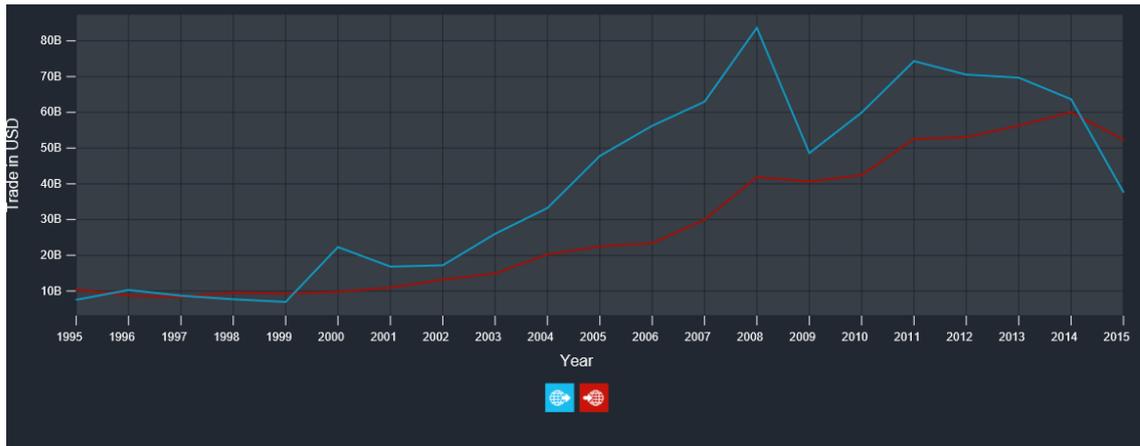


Figura 5. Balance comercial de Argelia. Fuente: OEC.

Con los datos del OEC y del Ministerio del Exterior (10), se pueden observar en la Tabla 1 los principales socios comerciales de Argelia y la evolución de las exportaciones e importaciones de cada país con ésta. Como se puede observar, tanto en las exportaciones como en las importaciones, se han producido ligeros descensos debido principalmente a los problemas económicos que ha estado sufriendo el país, de los cuales todavía no se ha recuperado, siendo uno de los motivos principales la caída del precio del petróleo que comenzó en 2014. Desde esa fecha hasta la actualidad Argelia se encuentra con un déficit comercial en aumento, lo cual quiere decir que sus importaciones son mayores que sus exportaciones.

El principal socio comercial de Argelia es la UE, que supone el 50% de las importaciones y más del 60% de las exportaciones argelinas.



- Puerto de Béjaïa. Está compuesto por terminales de diferentes ámbitos como son de contenedores, para buques de carga de trasbordo rodado, para graneles sólidos y una terminal petrolera.
- Puerto de Djen Djen. Dispone de diferentes muelles de atraque así como de silos de cemento a granel, tanques de aceite vegetal y diversos almacenes.
- Puerto de Ghazaouet. Es un puerto mixto, tanto comercial como de pesca.
- Puerto de Mostaganem. Es el puerto más cercano para el encaminamiento de mercancías con destino a las regiones petroleras y gasísticas. Presenta diversos muelles con diferentes fines como pueden ser los cereales, el asfalto y el azúcar, así como admite el transporte ro-ro.
- Puerto de Orán. Presenta 33 rampas ro-ro de las cuales 7 son especializadas así como una terminal de contenedores y diferentes silos para el almacenamiento de graneles.
- Puerto de Skikda. Este puerto tiene diversas instalaciones especializadas como son un silo de cereales, un hangar de almacenamiento para ganado y un muelle de carga petrolera y gasística.

Teniendo en cuenta que los puertos que disponen de infraestructuras para transporte ro-ro son los de Djen Djen, Annaba, Mostaganem y Orán.

### 3.2.3. Comercio exterior entre España y Argelia

Las relaciones institucionales de la Unión Europea con Argelia se rigen por el Acuerdo de Asociación (11) que entró en vigor en septiembre de 2005. El Título II de este Acuerdo enmarca la implementación de libre circulación de mercancías en el que se propone un periodo de doce años, desde la entrada en vigor del Acuerdo, para alcanzar la creación de una zona de libre comercio entre la Unión Europea y Argelia, estando en conformidad con las normas de la Organización Mundial del Comercio por las que se rige el comercio entre naciones.

En lo referente a España, Argelia es un socio privilegiado por los intereses comunes que existen como puede ser la vecindad, la lucha antiterrorista, el ámbito económico y energético y la inmigración. Esta relación bilateral está englobada en el Tratado de Amistad, Buena Vecindad y Cooperación firmado en el 2002 (12), que se encuentra en vigor desde 2005. Además de este tratado, también se han firmado nueve acuerdos entre estos países, entre los que se encuentra un acuerdo en materia de infraestructuras y transportes. La relación energética entre Argelia y España es muy estrecha debida a contratos de largo plazo en la que Argelia suministra más del 50% del gas que consume España, exportaciones hacia Argelia de casi 4.000 millones de dólares en 2015 y una presencia de más de 250 empresas españolas en este país africano. Se puede decir que España es uno de los principales socios económicos de Argelia donde los sectores de más interés son: construcción, infraestructuras y energía.

El comercio exterior de España con Argelia puede ser dividido en importaciones y exportaciones debido a la gran diferencia en el tipo de mercancías involucradas en cada proceso. Las importaciones se centran principalmente en el ámbito energético con graneles líquidos como son el petróleo o el gas natural y las exportaciones en material de construcción y siderometalúrgico. Los valores del intercambio de mercancías entre España y Argelia se pueden observar en la Figura 6. En ella se representan las toneladas importadas y exportadas dependiendo del tipo de mercancía.

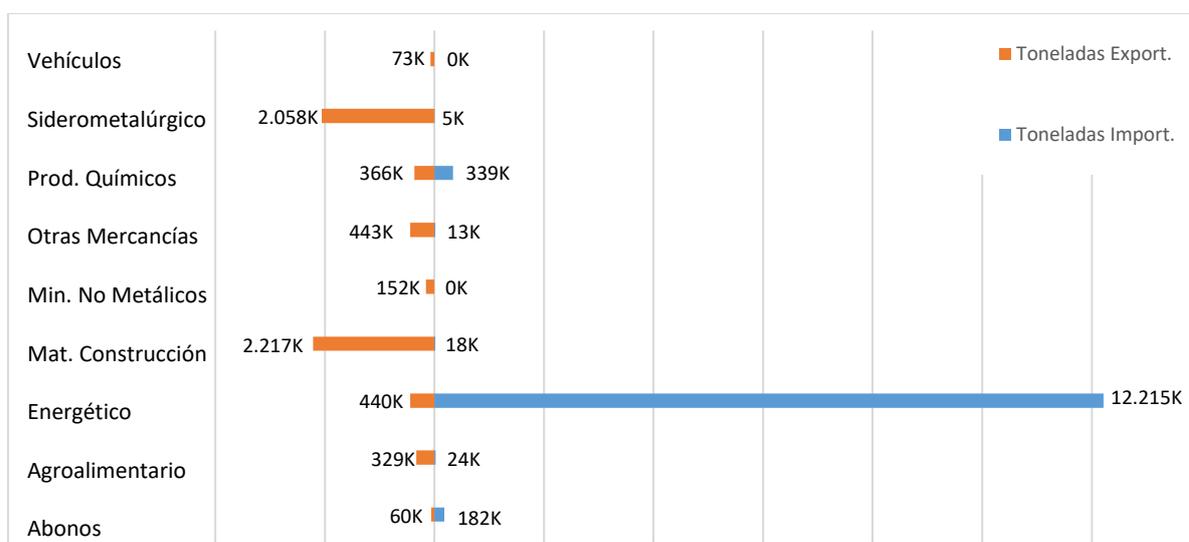


Figura 6. Comercio exterior de España con Argelia. Fuente: APC.

A pesar de la caída en el volumen del comercio bilateral, España pasa a tener una posición de superávit comercial bilateral, según las cifras de las Aduanas Argelinas, siendo España el cuarto proveedor de Argelia tomando los datos del Informe Económico y Comercial de Argelia (13) elaborado por la Oficina Económica y Comercial de España en Argel, actualizado en enero de 2017.

A su vez, el observatorio estadístico del TMCD (14) recalca el crecimiento del volumen de mercancías ro-ro transportadas en la fachada mediterránea en los puertos con relaciones con el Norte de África.

### 3.3. Selección de la línea de transporte España – Argelia

El Puerto de Cartagena está situado en un enclave estratégico por su cercanía al norte de África y al gran crecimiento que está experimentando la conexión entre los continentes europeo y africano. La competencia que podría tener la nueva terminal de Cartagena de conexiones de transporte de corta distancia con el resto de Europa es muy elevada por la situación del Puerto de Valencia y del de Barcelona que albergan una gran cantidad de transporte ro-ro intereuropeo y una gran eficiencia en éste. Por ello es recomendable la evaluación de una nueva línea de intercambio de mercancías con el norte de África. Se selecciona el puerto de destino de Orán por ser el mayor puerto argelino en lo que a tráfico de carga rodada se refiere. Por ello para el estudio económico importación/exportación y para el dimensionamiento de la nueva terminal se toma la línea Cartagena – Orán con la posibilidad, en un futuro, de poder ampliar o realizar estudios para otra línea basándose en los mismos criterios.

### 3.4. Previsión de las exportaciones españolas en 2017

Para prever el intercambio de mercancías que se producirán el 2017 es preciso estudiar las exportaciones realizadas del Puerto de Cartagena a Argelia tomando como entrada al país el Puerto de Orán y teniendo en cuenta las zonas de influencia de estos puertos. Para poder prever estas exportaciones se toma como base de cálculo la evolución del PIB y de las

exportaciones en España, tomando los datos de diferentes fuentes oficiales como son el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco Mundial y el ICEX.

Primeramente se evalúa la evolución de las exportaciones totales de España para continuar con el área de influencia del Puerto de Cartagena, en millones de euros y en toneladas, al Puerto de Orán, y para ello se tendrá en cuenta la evolución del PIB, tanto nacional como regional, de cada provincia involucrada y las exportaciones y evolución de éstas nacionales y regionales.

En la Figura 7 se observa la evolución del PIB en España que, según el Banco Mundial, crecerá en 2017 un 2,1% respecto a 2016. Este crecimiento del PIB producirá a su vez un crecimiento en las exportaciones.

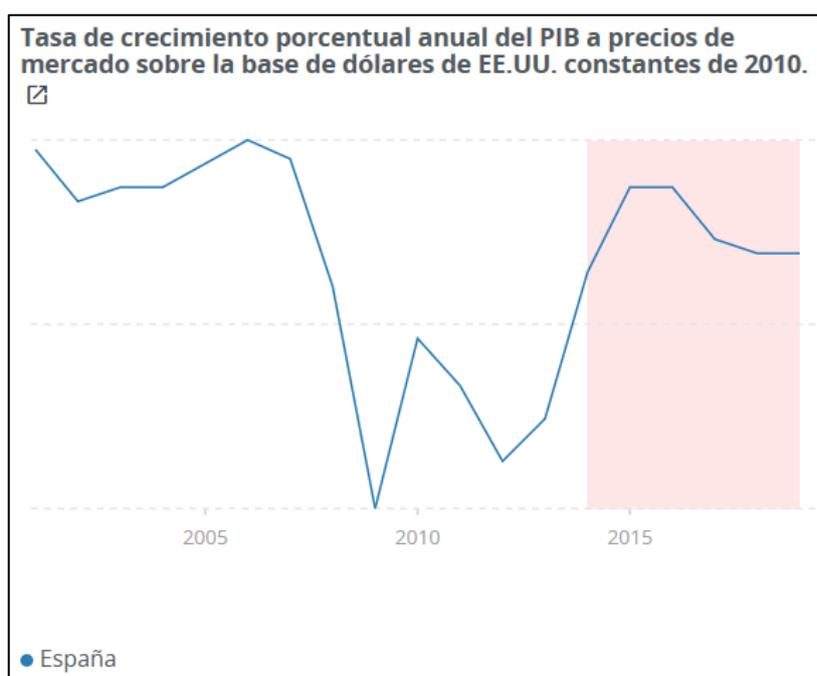


Figura 7. Evolución del PIB en España. Fuente: Banco Mundial.

A continuación, tomando los datos facilitados por el ICEX de las exportaciones de las diferentes provincias involucradas y tomando la relación de éstas con las exportaciones nacionales es posible calcular las exportaciones para 2017.

### Murcia

En la Figura 8 se muestra esta relación entre las exportaciones de la Región de Murcia y las nacionales que varía entre el 2,48% y el 4,25%. Para prever la relación entre ambas exportaciones, en años futuros se tomará la media de estas relaciones del 3,25%.

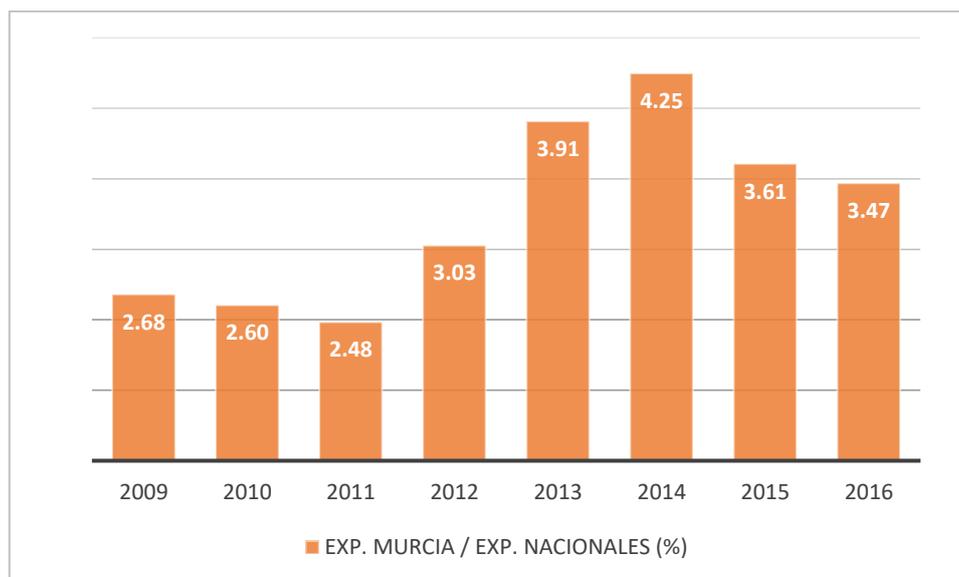


Figura 8. Relación exportaciones Región de Murcia y exportaciones nacionales.

Al obtener la relación entre las exportaciones anteriores es posible calcular la evolución de las exportaciones futuras de la Región de Murcia.

### Albacete

En cuanto a la evolución de las exportaciones de la provincia de Albacete, se realiza una evaluación respecto a su comunidad autónoma, Castilla la Mancha. Para ello se realiza la misma comparación que en el caso de la Región de Murcia obteniendo la Figura 9, que se muestra a continuación, en la cual se puede realizar una regresión polinómica para evaluar la relación para los próximos años. Con los valores obtenidos se calculan las exportaciones de Castilla la Mancha a partir de las exportaciones nacionales y, tras esto, teniendo en cuenta que las exportaciones de Albacete en el año 2015 y en 2016 estuvieron en torno al 14% de las exportaciones de su autonomía según datos del ICEX (15), se tomará este porcentaje para calcular las exportaciones de la provincia de Albacete.

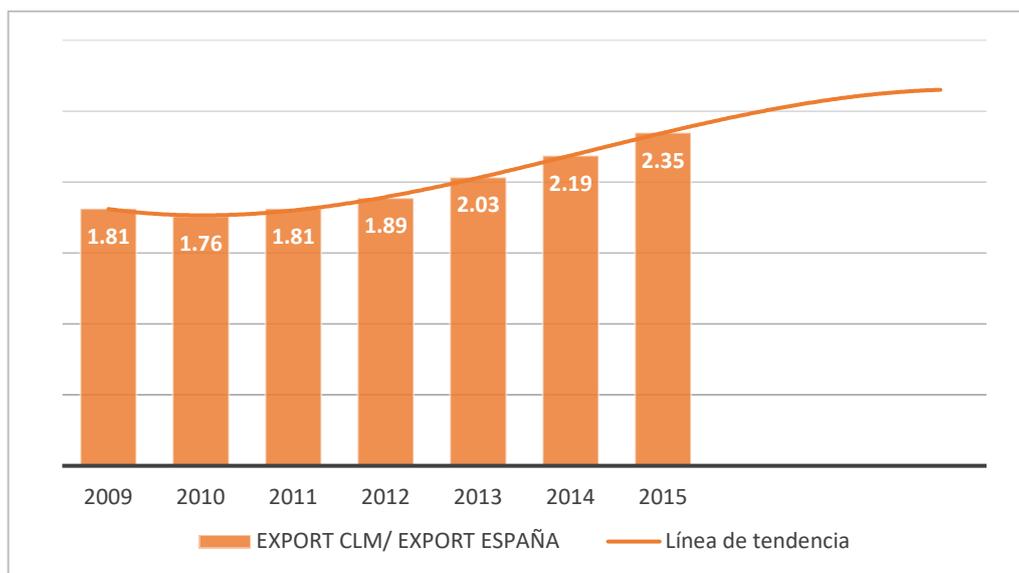


Figura 9. Relación exportaciones Castilla la Manca - España.

### Almería

Al igual que en el procedimiento utilizado para el cálculo de las exportaciones de la provincia de Albacete, las exportaciones de la provincia de Almería corresponden al 13,2% del total de las exportaciones de Andalucía.

Tras realizar los cálculos explicados hasta ahora para prever las exportaciones de las diferentes provincias involucradas para el dimensionamiento de la nueva terminal se llega a las exportaciones totales que se muestran en la Tabla 2.

|      | Exportaciones Murcia (Tn) | Crecimiento Murcia (%) | Exportaciones Albacete (Tn) | Crecimiento Albacete (%) | Exportaciones Almería (Tn) | Crecimiento Almería (%) | EXPORTACIONES TOTALES |
|------|---------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 2011 | 199191.94                 |                        | 3981.33                     |                          | 11080.54                   |                         | <b>214253.81</b>      |
| 2012 | 139675.76                 | -29.88                 | 2366.18                     | -40.57                   | 32875.96                   | 196.70                  | <b>174917.9</b>       |
| 2013 | 140187.87                 | 0.37                   | 3935.07                     | 66.30                    | 21954.6                    | -33.22                  | <b>166077.54</b>      |
| 2014 | 132494.57                 | -5.49                  | 3953.59                     | 0.47                     | 22251.81                   | 1.35                    | <b>158699.97</b>      |
| 2015 | 125345.39                 | -5.40                  | 9058.11                     | 129.11                   | 67472.91                   | 203.22                  | <b>201876.41</b>      |
| 2016 | 129633.48                 | 3.42                   | 9839.60                     | 8.63                     | 67207.47                   | -0.39                   | <b>206680.56</b>      |
| 2017 | 122414.89                 | -5.57                  | 10682.77                    | 8.57                     | 70215.36                   | 4.48                    | <b>203313.02</b>      |
| 2018 | 127438.06                 | 4.10                   | 11346.18                    | 6.21                     | 71900.06                   | 2.40                    | <b>210684.30</b>      |
| 2019 | 133042.26                 | 4.40                   | 11752.10                    | 3.58                     | 73625.18                   | 2.40                    | <b>218419.54</b>      |
| 2020 | 138728.10                 | 4.27                   | 11726.84                    | -0.21                    | 75391.69                   | 2.40                    | <b>225846.63</b>      |
| 2021 | 143726.96                 | 3.60                   | 11065.14                    | -5.64                    | 77200.58                   | 2.40                    | <b>231992.68</b>      |

Tabla 2. Evolución de exportaciones de las distintas provincias del hinterland, en toneladas.

Los anteriores cálculos no se consideran fiables a largo plazo, pero se puede decir que las exportaciones a corto plazo mostrarán un aumento que favorecerá al transporte marítimo del sureste español con Argelia, lo que facilitará la viabilidad de la nueva terminal en el Puerto de Cartagena.

### 3.5. Coste del transporte

#### 3.5.1. Transporte de mercancías por carretera

Teniendo en cuenta los descansos que se contemplan en el Reglamento CE 561/2006 (16) referentes al transporte por carretera, se pueden obtener los tiempos necesarios para recorrer ciertas distancias tenidas en cuenta en la Tabla 3.

| Tramos Dist. Media | Dist. Media (Km.) | Tiempo total (horas) | Velocidad media real (Km/h) |
|--------------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|
| Hasta 600 km.      | 600               | 8,5                  | 70,5                        |
| > 600- 1000 km.    | 1.050             | 25,8                 | 40,8                        |
| > 1000- 1500 km.   | 1.250             | 29,0                 | 43,2                        |
| >1500 - 2000 km.   | 1.750             | 46,3                 | 37,8                        |
| >2000 - 2500 km.   | 2.250             | 58,0                 | 38,8                        |
| >2500 - 3000 km.   | 2.750             | 70,6                 | 38,9                        |
| > 3000 km.         | 3.250             | 86,6                 | 37,5                        |

Tabla 3. Franjas de distancia terrestre y extrapolación de tiempos. Fuente: APC.

En este proyecto se tomará como velocidad media 70,5 km/h debido a que la distancia de acarreo será menor de 600 km.

Tomando los datos del Observatorio de mercado del transporte de mercancías por carretera del Ministerio de Fomento y teniendo en cuenta que la mercancía tipo de un buque ro-ro será transportada en vehículos articulados de carga general, se obtienen los costes de transporte representados en la Tabla 10.

|   | COSTES DIRECTOS ANUALES |                  |
|---|-------------------------|------------------|
|   | Euros (€)               | Distribución (%) |
| <b>Costes directos</b>                        | 118.311,05              | 100,0            |
| <b>Costes por tiempo</b>                      | 70.044,50               | 59,2             |
| Amortización del vehículo                     | 14.037,14               | 11,9             |
| Financiación del vehículo                     | 835,09                  | 0,7              |
| Personal de conducción                        | 31.411,48               | 26,5             |
| Seguros                                       | 7.301,84                | 6,2              |
| Costes fiscales                               | 1.002,95                | 0,8              |
| Dietas  | 15.456,00               | 13,1             |
| <b>Costes kilométricos</b>                    | 48.266,55               | 40,8             |
| Combustible                                   | 34.516,36               | 29,2             |
| Neumáticos                                    | 7.390,19                | 6,2              |
| Mantenimiento                                 | 2.292,00                | 1,9              |
| Reparaciones                                  | 4.068,00                | 3,4              |
| kilometraje anual (km / año)                  | 120.000                 |                  |
| kilometraje anual en carga (km / año)         | 102.000                 |                  |
| <b>Costes Directos (euros / km recorrido)</b> | <b>0,986</b>            |                  |
| <b>Costes Directos (euros / km cargado)</b>   | <b>1,160</b>            |                  |

Figura 10. Costes de un vehículo articulado de carga general.  
Fuente: Ministerio de Fomento. (17)

### 3.5.2. Coste total del transporte

Para calcular el coste total del transporte de las diferentes provincias del área de influencia se utilizará el simulador de la sociedad de promoción del SSS en España situando los valores obtenidos en el apartado anterior, como se muestra en la Figura 11. Esta herramienta es un simulador de cadenas de transporte que es capaz de detallar rutas, costes, tiempo, distancia y emisiones de CO<sub>2</sub> de cualquier ruta deseada utilizando el TMCD disponible en la actualidad.

## Estudio de viabilidad de una terminal Ro-Ro en el puerto de Cartagena

Toneladas netas de carga/Net tons of cargo:

**Parámetros a definir para la cadena de Transporte sólo por carretera**  
Parameters to be set for the 'only road' transport chain

Euros/Km:  Vel. Media Km/h /Average speed:

Peajes/Tools €:

**Parámetros a definir para el tramo terrestre en las cadenas que usan el TMCD**  
Parameters to be set for the road leg of SSS chains

Euros/Km Acarreo Origen/Origin hauling:  Vel. Km/h Acarreo Origen/Origin hauling:

Euros/Km Acarreo Destino/Destination hauling:  Vel. Km/h Acarreo Destino/Destination hauling:

**Opciones adicionales para el tramo marítimo en las cadenas que usan el TMCD**  
Additional options for the maritime leg of SSS chains  
(Si no marca ninguna opción, se considera el embarque de semirremolque de carga general)  
(If no choice is marked, general cargo semi-trailer will be considered for the shipment)

Mercancías Peligrosas/Dangerous Goods  ¿Acompañado?/Accompanied?

Carga refrigerada/Refrigerated cargo  Animales Vivos/Live animals

Figura 11. Parámetros adoptados para el simulador del SSS en España (18).

Utilizando este simulador se pueden evaluar los costes del transporte de una mercancía de las diferentes provincias del proyecto a Argelia, siempre teniendo en cuenta las líneas marítimas existentes actualmente. Una vez situado el origen y el destino deseado en el simulador, éste da como resultado las diferentes combinaciones posibles para realizar el recorrido, véase *Figura 12*, ordenadas éstas por precio ascendente. En este caso, la primera y por ello más económica, es en la que se establece como terminal de intercambio logístico la situada en el Puerto de Barcelona. En esta figura se muestra la lista de posibles conexiones para transportar la mercancía de Albacete a Orán. En ella no existe ninguna conexión directa con el Puerto de Orán, por lo que se puede deducir que la línea de la nueva terminal, Cartagena – Orán, será más económica debido a la reducción del transporte por carretera.

**Transporte Intermodal con líneas marítimas existentes.**

Existing maritime intermodal transport lines.

|   | Origen-Destino/From-To  | Cost(Eur) | Tiempo (Hor) | Dist. (Km) | Cost Ext.(Eur) | Emis. CO2(Kg) |
|---|-------------------------|-----------|--------------|------------|----------------|---------------|
| + | Barcelona ** Tánger     | 2.134     | 33,8         | 2.298      | 530            | 3.128         |
| + | Barcelona ** Tánger Med | 2.562     | 41,8         | 2.028      | 501            | 3.035         |
| + | Barcelona ** Túnez      | 2.577     | 56,6         | 3.013      | 722            | 4.329         |
| + | Vigo ** Casablanca      | 2.796     | 56,8         | 2.975      | 755            | 4.620         |
| + | Valencia ** Cagliari    | 2.943     | 32,8         | 2.843      | 748            | 4.640         |
| + | Barcelona ** Génova     | 2.977     | 31,6         | 3.205      | 913            | 5.815         |
| + | Valencia ** Savona      | 3.200     | 49,1         | 3.061      | 813            | 5.061         |
| + | Valencia ** Savona      | 3.200     | 49,1         | 3.061      | 813            | 5.061         |
| + | Barcelona ** Savona     | 3.215     | 37,6         | 3.096      | 893            | 5.706         |
| + | Valencia ** Livorno     | 3.345     | 33,4         | 3.393      | 897            | 5.570         |
| + | Barcelona ** Livorno    | 3.532     | 24,9         | 3.432      | 977            | 6.216         |

Figura 12. Transporte Intermodal Albacete - Orán, con líneas marítimas existentes.

Para poder evaluar la competitividad de la línea Cartagena – Orán con mayor igualdad de condiciones se toman dos ciudades de destino siendo éstas Orán y Argel y se realiza la simulación del transporte tomando como origen las provincias de Almería y Albacete. En esta simulación no se tiene en cuenta la Región de Murcia ya que la competitividad con otros puertos es nula porque debido a su proximidad el 100% de las exportaciones pasarán por la nueva terminal. Los datos obtenidos de estas simulaciones son los que se muestran en las Tablas 4 y 5.

| Procedencia - Destino | Almería - Orán      |                    |               | Almería - Argel     |                   |               |
|-----------------------|---------------------|--------------------|---------------|---------------------|-------------------|---------------|
|                       | Almería - Barcelona | Barcelona - Tánger | Tánger - Orán | Almería - Barcelona | Barcelona - Túnez | Túnez - Argel |
| Transporte            | Terrestre           | Marítimo           | Terrestre     | Terrestre           | Marítimo          | Terrestre     |
| Distancia (km)        | 796                 | 998                | 789           | 796                 | 1193              | 916           |
| Coste (€)             | 757                 | 860                | 789           | 757                 | 782               | 916           |
| Tiempo (h)            | 22.4                | 32                 | 22.3          | 22.4                | 54                | 24            |
| Emisiones CO2 (kg)    | 1763                | 250                | 1747          | 1763                | 298               | 2028          |
| Coste Emisiones (€)   | 265                 | 97                 | 263           | 265                 | 116               | 305           |
| Tiempo Total (h)      | 76.7                |                    |               | 100.4               |                   |               |
| Coste Total (€)       | 2406                |                    |               | 2455                |                   |               |

Tabla 4. Características del transporte Almería - Argelia. Fuente: Simulador del SSS.

Estudio de viabilidad de una terminal Ro-Ro en el puerto de Cartagena

| Procedencia - Destino | Albacete - Orán      |                    |               | Albacete - Argel     |                   |               |
|-----------------------|----------------------|--------------------|---------------|----------------------|-------------------|---------------|
|                       | Albacete - Barcelona | Barcelona - Tánger | Tánger - Orán | Albacete - Barcelona | Barcelona - Túnez | Túnez - Argel |
| Transporte            | Terrestre            | Marítimo           | Terrestre     | Terrestre            | Marítimo          | Terrestre     |
| Distancia (km)        | 511                  | 998                | 789           | 511                  | 1193              | 916           |
| Coste (€)             | 486                  | 860                | 789           | 486                  | 782               | 916           |
| Tiempo (h)            | 7.6                  | 32                 | 22.3          | 7.6                  | 54                | 24            |
| Emisiones CO2 (kg)    | 1132                 | 250                | 1747          | 1132                 | 298               | 2028          |
| Coste Emisiones (€)   | 170                  | 97                 | 263           | 170                  | 116               | 305           |
| Tiempo Total (h)      | 61.9                 |                    |               | 85.6                 |                   |               |
| Coste Total (€)       | 2135                 |                    |               | 2184                 |                   |               |

Tabla 5. Características del transporte Albacete - Argelia. Fuente: Simulador del SSS.

Al obtener estos datos del simulador del SSS se pueden calcular, utilizando los mismos parámetros de velocidad media y coste del transporte por carretera que se han utilizado en el simulador, las estimaciones del coste del mismo transporte evaluado en las tablas anteriores pero realizando el intercambio de modo de transporte en la nueva terminal en el Puerto de Cartagena. Estos resultados se pueden observar en las Tablas 6 y 7.

| Procedencia - Destino | Almería - Orán      |                  | Almería - Argel     |                  |              |
|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|--------------|
|                       | Almería - Cartagena | Cartagena - Orán | Almería - Cartagena | Cartagena - Orán | Orán - Argel |
| Transporte            | Terrestre           | Marítimo         | Terrestre           | Marítimo         | Terrestre    |
| Distancia (km)        | 155                 | 215              | 155                 | 215              | 414          |
| Coste (€)             | 153                 | 183              | 153                 | 183              | 408          |
| Tiempo (h)            | 2,2                 | 9,7              | 2,2                 | 9,7              | 12,42        |
| Emisiones CO2 (kg)    | 343,3               | 53,75            | 343,3               | 53,75            | 917          |
| Coste Emisiones (€)   | 51,6                | 20,91            | 51,6                | 20,91            | 137,82       |
| Tiempo Total (h)      | 11,8                |                  | 24,22               |                  |              |
| Coste Total (€)       | 335,58              |                  | 743,78              |                  |              |

Tabla 6. Características del transporte Almería - Argelia a través de la nueva línea Cartagena - Orán.

Estudio de viabilidad de una terminal Ro-Ro en el puerto de Cartagena

| Procedencia - Destino | Albacete - Orán      |                  | Albacete - Argel     |                  |              |
|-----------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|--------------|
|                       | Albacete - Cartagena | Cartagena - Orán | Albacete - Cartagena | Cartagena - Orán | Orán - Argel |
| Transporte            | Terrestre            | Marítimo         | Terrestre            | Marítimo         | Terrestre    |
| Distancia (km)        | 190                  | 215              | 190                  | 215              | 414          |
| Coste (€)             | 187                  | 183              | 187                  | 183              | 408          |
| Tiempo (h)            | 3,2                  | 9,7              | 3,2                  | 9,7              | 12,42        |
| Emisiones CO2 (kg)    | 420,82               | 53,75            | 420,82               | 53,75            | 917          |
| Coste Emisiones (€)   | 63,25                | 20,91            | 63,25                | 20,91            | 137,82       |
| Tiempo Total (h)      | 12,9                 |                  | 25,32                |                  |              |
| Coste Total (€)       | 370,09               |                  | 778,29               |                  |              |

Tabla 7. Características del transporte Albacete - Argelia a través de la nueva línea Cartagena - Orán.

Como resumen de los datos obtenidos hasta ahora se puede determinar que se produciría un descenso en el precio de los transportes de Almería y Albacete a las distintas regiones de Argelia si estos se realizasen a través de la nueva terminal debido a la cercanía geográfica de estas provincias con Cartagena y por ello a la reducción de la distancia de transporte por carretera.

## 4. Terminal ro-ro

A la hora de dimensionar la terminal con las infraestructuras e instalaciones adecuadas será necesario saber el volumen y número de camiones o plataformas que llegarán a la terminal. Para ello, una vez realizadas las previsiones de las exportaciones en las diferentes provincias involucradas se tomarán las exportaciones previstas para 2017, las cuales se pueden observar en la tabla 2 y así, además de saber el número de vehículos que llegarán, se podrá determinar el tipo de buque que se utilizará para satisfacer la demanda.

Tras haber sido calculado en los apartados anteriores el coste del transporte, utilizando como centro de intercambio intermodal la nueva terminal y al observar que resultará más barato esta terminal, será seleccionada la totalidad de las exportaciones previstas para 2017, siendo estas de **203.313,02 toneladas**, que se exportarán a través de la terminal del Puerto de Cartagena.

Esta cantidad de exportaciones se traduce a 557 toneladas al día o a 3.900 toneladas a la semana. Estos valores serán útiles a la hora de definir el número de buques necesarios a la semana para exportar toda la mercancía.

### 4.1. Definición y características

Una terminal de ro-ro, contenida en el TMCD es una terminal portuaria sujeta a la normativa genérica que opera en los puertos españoles y en el caso de este proyecto en el Puerto de Cartagena. Este tipo de terminales se centra en una mercancía muy concreta que puede embarcar y desembarcar sin necesidad de elevación por medio de grúas.

La nueva terminal poseerá todas las infraestructuras e instalaciones necesarias para permitir su correcto funcionamiento. Es decir, un intercambio modal de mercancías terrestre – marítimo eficiente. Las diferentes zonas presentes en esta terminal serán las que se muestran en la Figura 13 y se resumen a continuación:

- Zona de recepción y entrega de mercancía: engloba tanto las puertas de entrada y salida de la terminal como los viales de accesos a la misma.
- Zona de almacenamiento de mercancía: esto supone una extensión de la terminal mayor, en los que se encontrarán plataformas, camiones, o contenedores.
- Zona de muelle o de operación: superficie donde se realizan las funciones de carga y descarga de los buques englobando rampa, tacones, etc., por lo que es preciso una superficie mínima para garantizar una segura maniobrabilidad.

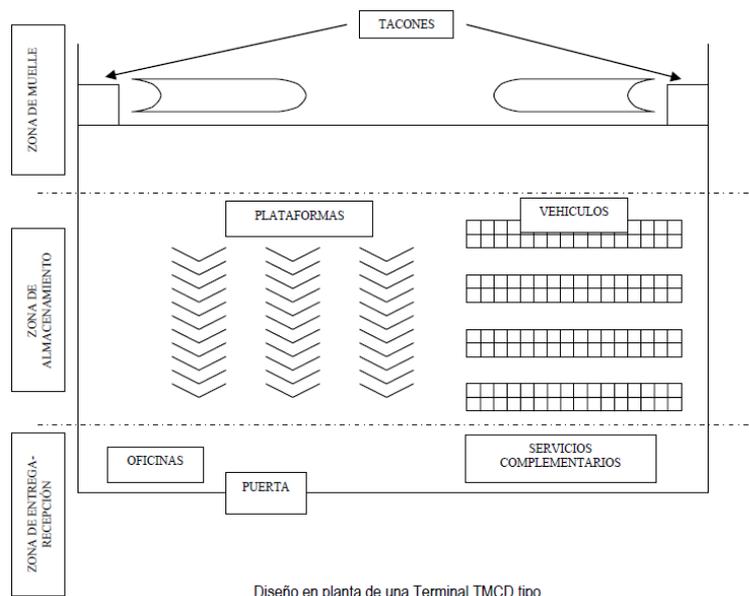


Figura 13. Esquema general de una Terminal Ro-Ro.

- Zona de servicios: superficie destinada a oficinas y despachos.
- Área destinada a todas aquellas actividades complementarias como pueden ser talleres de reparación.

El tráfico de carga rodada presenta varias ventajas e inconvenientes que se muestran en la Tabla 8.

| VENTAJAS  | INCONVENIENTES  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mayor productividad y menores costes de manipulación.</li> <li>➤ Mayor rapidez de transporte.</li> <li>➤ Reducida necesidad de infraestructura portuaria.</li> <li>➤ Flexibilidad para el transporte de cargas.</li> <li>➤ Menor inversión en equipos de manipulación.</li> <li>➤ Menores daños a la mercancía.</li> <li>➤ Apoyo de las Instituciones Europeas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mayor coste de los buques ro-ro.</li> <li>➤ Menor aprovechamiento del peso total que transporta (15% del peso son taras).</li> <li>➤ Menor aprovechamiento del volumen interior del buque (se desaprovechan los espacios alrededor de los semirremolques).</li> <li>➤ Necesidad de grandes superficies de aparcamiento.</li> </ul> |

*Tabla 8. Ventajas e inconvenientes del transporte marítimo de carga rodada.*

El transporte ro-ro a su vez incluye tres categorías:

- Transporte de camiones incluyendo los tractores, chóferes y semi-remolques.
- Transporte de semi-remolque sin tractores ni chóferes.
- Transporte de semi-remolque con tractores y sin chóferes.

#### 4.2. Buque ro-ro

Los buques destinados al transporte de carga rodada están pensados para realizar la carga y descarga de la mercancía de manera horizontal por lo que son imprescindibles las rampas de entrada y salida de carga que pueden encontrarse a popa, proa o en ambos lados. También se pueden encontrar buques con rampas en uno de los costados o en popa o proa pero con un ángulo de inclinación que evite la necesidad de que el puerto de atraque tenga medios adecuados para el atraque de estos buques como son los tacones. En el caso de que las rampas presentes en este tipo de buques no tengan inclinación lateral, será necesario la existencia de un tacón fijo en el área de carga y descarga que facilite el despliegue de dichas rampas.

El interior de este tipo de buques está compuesto por grandes superficies diáfanas donde poder aparcar fácilmente los coches o camiones y con otras rampas o ascensores interiores

que faciliten el desplazamiento interior de la carga. Estos espacios diáfanos sin separación alguna son el mayor inconveniente de este tipo de buques ya que favorece que, en el caso de entrada de agua, se produzca un hundimiento más rápido debido a la falta de estanqueidad entre diferentes partes de las cubiertas. La evolución de los buques actualmente consiste en utilizar cada vez buques más grandes con mayor capacidad y más rápidos para así poder competir en tiempo y eficiencia con el transporte por carretera. La última generación de buques ro-ro alcanza una velocidad superior a los 30 nudos (55 km/h) y cuenta con una capacidad de más de 3.000 metros lineales, alrededor de 180 plataformas. Las tendencias actuales para el desarrollo de este tipo de tráfico marítimo de carga rodada son las siguientes:

- Aumento del tamaño de los buques
- Aumento de la velocidad de los buques
- Optimización de las alturas entre cubiertas del buque
- Mejoras en la accesibilidad de las rampas de los buques
- Mejoras en el movimiento interior de los vehículos
- Diseño específico del interior de los buques en función de la mercancía a transportar.

En la Tabla 9 se observan los diferentes tipos de buques utilizados para TMCD y sus características principales. Esta tabla ha sido tomada del Grupo de investigación TRANSMAR de la Universidad Politécnica de Cataluña (19). En ella se nombran diferentes tipos de buques de las navieras que operan en diferentes puertos europeos. De estas navieras las más comunes en los diferentes puertos españoles y más concretamente en los de la costa mediterránea son *Flota Suardiaz* y *Grimaldi logística*.

## Estudio de viabilidad de una terminal Ro-Ro en el puerto de Cartagena

| Buque              | Eslora [m] | Manga [m] | Calado [m] | Velocidad [nudos] | Tonelaje, TRB |
|--------------------|------------|-----------|------------|-------------------|---------------|
| Malta Express      | 126,5      | 21        | 5,89       | 18                | 11457         |
| Eurostar Valencia  | 186,5      | 25,6      | 6,8        | 23,5              | 25984         |
| Eurostar Salerno   | 186,5      | 25,6      | 6,8        | 23,5              | 25995         |
| Eurostar Roma      | 173,7      | 24        | 6,42       | 25,5              | 23663         |
| Eurostar Barcelona | 211,9      | 25        | 6,8        | 28                | 30860         |
| Bouzas             | 141,25     | 21        | 6          | 19,5              | 15224         |
| L'Audace           | 141,25     | 21        | 6          | 19,5              | 15224         |
| Galicia            | 149,38     | 21        | 5,85       | 17                | 16361         |
| La Surprise        | 141,25     | 21        | 6          | 19,5              | 15222         |
| Suar Vigo          | 149,38     | 21        | 5,85       | 19,5              | 16361         |
| Gran Canaria Car   | 132,45     | 21,2      | 5,2        | 16                | 9600          |
| Tenerife Car       | 132,8      | 21,2      | 5,2        | 20                | 13112         |
| Cervantes          | 138        | 21,5      | 6,7        | 14,5              | 15575         |
| Velazquez          | 138        | 21,5      | 6,7        | 14,5              | 16021         |
| Arroyofrio dos     | 107,9      | 18,4      | 6,45       | 14                | 8126          |
| Arroyofrio uno     | 107,9      | 18,4      | 6,45       | 14                | 8126          |
| Sieltor            | 116,1      | 16,6      | 6,1        | 15,5              | 5025          |
| Gemma B            | 165,5      | 23,1      | 10,1       | 15                | 13769         |
| Montserrat B       | 176,7      | 25,3      | 10         | 19                | 16712         |
| Fantastic          | 187,6      | 28        | 6,8        | 23                | 35186         |
| Fortuny            | 157        | 26,2      | 6,2        | 23                | 26916         |
| Norse Mersey       | 174,5      | 24,4      | 7,5        | 19,5              | 16009         |
| Mira J             | 125,5      | 19,4      | 7,3        | 16,5              | 6393          |
| Alexandra          | 75,16      | 20,2      | 8,3        | 16,5              | 2245          |
| Rheintal           | 93,37      | 16,5      | 5,9        | 14,5              | 3824          |
| Sven Oltman        | 108,77     | 17,9      | 6,8        | 17                | 5006          |
| Don Carlos         | 118,7      | 18,8      | 6,6        | 17                | 7955          |
| Gerdia             | 108,78     | 17,9      | 6,8        | 15,5              | 5026          |
| EuroCargo Valencia | 178,5      | 25,2      | 8,6        | 19                | 20883         |
| Setubal Express    | 152,7      | 23,8      | 9,8        | 17                | 16925         |
| Salerno Express    | 140,1      | 19,2      | 6,8        | 16                | 8428          |

Tabla 9. Dimensiones principales de los buques que operan en rutas del TMCD.

En este proyecto se tomará como buque operador de la nueva línea Cartagena – Orán el buque Galicia de la naviera Suardiaz representado en la Figura 14.



Figura 14. Buque Galicia, naviera Suardiaz.

Al seleccionar el tipo de buque que va a operar en la nueva terminal se toman las diferentes características proporcionadas por la naviera para poder conocer la capacidad del buque,

la frecuencia necesaria tras saber las toneladas a exportar por semana y poder dimensionar la terminal. En la Figura 15 se muestran los transportes tipo que caben en el buque con sus dimensiones y la carga que soportan.

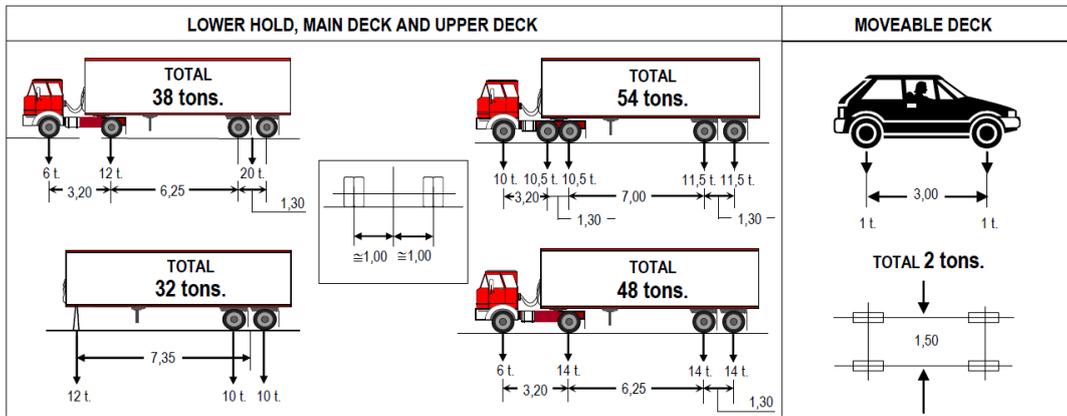


Figura 15. Dimensiones de la carga máxima en buque Galicia. Fuente: Naviera Suardiaz

Según el informe de la naviera referente a este tipo de buque, el espacio máximo de este buque está diseñado para la distribución de 49 camiones y 956 coches y la capacidad máxima de dichos camiones, como se muestra en la Figura 14, está entre 38 y 54 toneladas.

Para calcular el número de buques que llegarán a la nueva terminal semanalmente basta con realizar un simple cálculo tomando las toneladas a exportar semanalmente, calculadas en el apartado anterior, y dividir éstas entre los camiones que pueden ocupar el buque y las toneladas que puede albergar cada camión. El resultado de este cálculo es que serán necesarios 1,4 buques semanalmente para realizar la exportación de la mercancía total.

Debido a que no toda la mercancía será transportada a través de un buque ro-ro, ya que parte será transportada en buques contenedores, se prevé la salida de un buque ro-ro por semana de la nueva terminal con posibilidad de aumentarlo a dos frecuencias semanales si fuera necesario, teniendo esto en cuenta para realizar el dimensionamiento de las instalaciones de la terminal.

En las Figuras 16 y 17 se pueden observar las dimensiones exteriores del buque Galicia necesarias para decidir la situación de la terminal dentro del puerto.

| DIMENSIONS AND CAPACITIES      |  |                          |             |
|--------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| <u>Length, overall</u>         | 149,38 mts.  | <u>Gross Tonnage</u>     | 16.361 GT   |
| <u>Length, between p.p.</u>    | 139,50 mts.  | <u>Net tonnage</u>       | 4.908 NT    |
| <u>Bread, moulded</u>          | 21,00 mts.   | <u>Light ship weight</u> | 7.403 tons. |
| <u>Depth, moulded</u>          | 7,00 mts.  | <u>Deadweight</u>        | 4.203 tons. |
| <u>Maximum Draft</u>           | 5,85 mts.  |                          |             |
| <u>F.W.A.</u>                  | 114 mm.  |                          |             |
| <u>Main Propulsion</u>         | 2 Engines x WARTSILA Output 5.625 HP (4.140 KW) at 750 rpm |                          |             |
| <u>Loaded Condition speed</u>  | Service speed at 5,85 mts draught 15 kn.                   |                          |             |
| <u>Ballast condition speed</u> | Service speed at ballast draught 17 kn.                    |                          |             |

Figura 16. Ficha técnica del buque Galicia. Fuente: Naviera Suardiaz (20).

Podría decirse que los datos más relevantes presentes en la Figura 15 son la eslora (length, overall) de 149,38 metros y el calado del buque (maximum draft) de 5,85 metros.

Anteriormente se han nombrado las características de los buques ro-ro determinando la necesidad de que éste contenga una rampa en proa o popa para realizar la carga y descarga de los diferentes vehículos presentes. El conocimiento de la situación de la rampa en el buque es necesario a la hora de colocar los tacones en la terminal. En el buque Galicia las características de esta rampa, situada en popa, se pueden observar en la Figura 17.

|                                 |                        |
|---------------------------------|------------------------|
| <u>Ramps &amp; Gates (mts)</u>  |                        |
| <u>Stern ramp-gate</u>          | L=13,62+3,00 / W=15,73 |
| <u>Fixed ramp D. bottom</u>     | L=35,58 / W= 3,44      |
| <u>Moveable ramp Upper deck</u> | L=38,00 / W=3,44       |

Figura 17. Características rampa buque Galicia. Fuente: Naviera Suardiaz.

#### 4.3. ROM 2.0 – 11 (21)

Las R.O.M (Recomendaciones de Obras Marítimas) se comenzaron a desarrollar en 1987 y su objetivo fundamental es el de crear una normalización en el ámbito de la planificación, proyecto, ejecución y explotación de los puertos.

Este proyecto se apoya principalmente en la ROM 2.0 – 11 dedicada a “Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre” y teniendo en cuenta las

especificaciones que incumben a una terminal de carga rodada como pueden ser las diferentes infraestructuras e instalaciones necesarias para el buen dimensionamiento y funcionamiento de la terminal. En la Figura 18 se pueden observar las zonas primordiales de una terminal ro-ro englobadas en la ROM que se desarrollan más adelante.

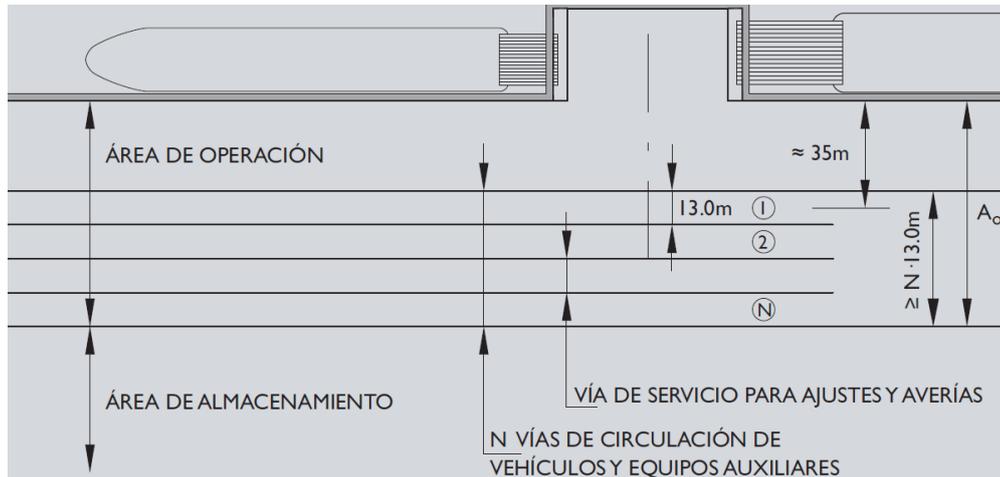


Figura 18. Zonas de una terminal ro-ro. Fuente: ROM 2.0-11.

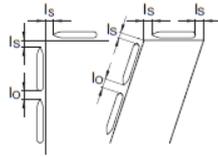
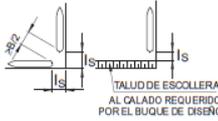
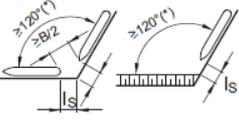
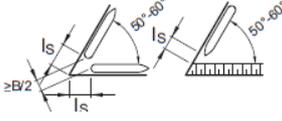
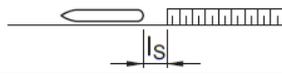
#### 4.3.1. Longitud de atraque

Para un atraque aislado o dos continuos en cada alineación la ROM 2.0-11 establece una longitud mínima de línea de atraque ( $L_a$ ). “Esta debe ser igual a la suma de la máxima eslora del buque ( $L_{max}$ ) más los resguardos necesarios entre buques ( $l_0$ ) y en cada uno de los extremos de la obra de atraque ( $l_s$ ).” Es decir:

$$L_a = N_{a,alineación} \cdot L_{max} + (N_{a,alineación} - 1) \cdot l_0 + 2 \cdot l_s$$

Siendo  $N_{a,alineación}$  el número de buques a atracar. En la Tabla 10 se muestran los resguardos en planta recomendados en línea de atraque para las diferentes posiciones de atraque.

## Estudio de viabilidad de una terminal Ro-Ro en el puerto de Cartagena

| 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   | 300-201 | 200-151 | 150-100 | Menor de 100 <sup>(1)</sup> |
| 1. Distancia "L" entre barcos atracados en la misma alineación (m.)<br>                       | 30   | 25      | 20      | 15      | 10                          |
| 2. Separación "Is" entre barco y cambios de alineación o de tipología estructural (m.)<br>a)  | 30   | 25      | 20      | 10      | 5                           |
| b)    | 45/40  | 30      | 25      | 20      | 15                          |
| c)    | 30/25  | 20      | 15      | 15      | 10                          |
| d)    | -/60   | 50      | 40      | 30      | 20                          |
| e)   | 20   | 15      | 15      | 10      | 10                          |

(1) Para buques con eslora total menor de 12 m. se tomará como valor de "L" el 20% de "L", reajustándose los restantes valores proporcionalmente.  
 (2) Manga del barco mayor que afecte a la determinación de la dimensión analizada.  
 (\*) El ángulo se entenderá limitado a 160°. Para ángulos mayores se aplicará el (1).

Tabla 10. Resguardos en planta recomendados en línea de atraque. Fuente: ROM 2.0-11.

### 4.3.2. Tacón

La definición de tacón según la ROM 2.0-11 es la siguiente: "Los tacones son infraestructuras fijas o flotantes, perpendiculares a la línea de atraque sobre las cuales apoyan las rampas o portalones de proa o popa del buque atracado, bien directamente o a través de rampas."

Las condiciones que deben presentar los planos inclinados utilizados para salvar la diferencia de cota entre las bodegas y los portalones del buque presentes en la ROM son las siguientes:

- "La pendiente máxima de los planos inclinados no puede superar el 12,5%.
- Los acuerdos entre planos inclinados debe permitir el paso suave de los equipos de manipulación de mercancías por rodadura, vehículos, camiones, plataformas y

unidades de transporte intermodal sin tocar en ningún momento en la obra o el portalón del buque. Para ello, el ángulo entre dichos planos debe estar entre  $172^\circ$  y  $187^\circ$  y la longitud de cada uno de ellos debe ser mayor de 5,0 m si está situado entre planos ascendentes o entre planos descendentes y de 8,0 m si está situado entre un plano ascendente y uno descendente o viceversa en el sentido de la marcha.”

Del buque que llegará a la terminal deben conocerse las siguientes características:

- Altura del eje de giro del portalón sobre el plano de agua, en lastre y a plena carga.
- Longitud del portalón.

Para el dimensionamiento del tacón, teniendo en cuenta que se tratará de un tacón fijo que dará servicio a un único atraque, las dimensiones en planta serán las que se muestran en la Figura 19.

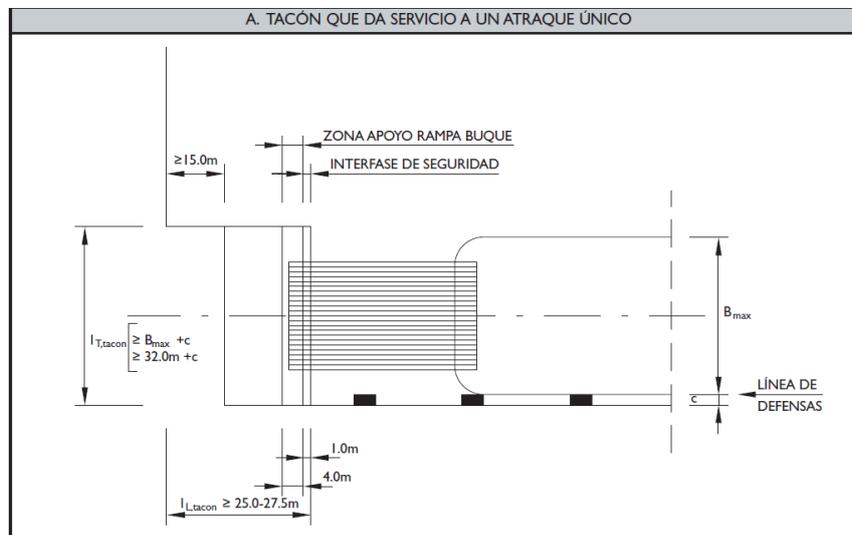


Figura 19. Posición y dimensiones de tacón fijo en planta. Fuente: ROM 2.0-11.

- Dimensión transversal ( $I_{T,tacón}$ ), será igual a la manga máxima del buque previsto en el atraque ( $B_{max}$ ), con los mínimos que se observan en la figura anterior, siendo  $c$  la línea de defensa de atraque sin comprimir.

- Dimensión longitudinal ( $l_{L,tacón}$ ), depende de las características de los buques previstos de atraque, teniendo los niveles mínimos de coronación de las obras de atraque fijas que se muestran en la Tabla 11.

|   | NIVEL DE REFERENCIA DE LAS AGUAS EXTERIORES                                  | USO DE LA OBRA DE ATRAQUE           | FRANCOBORDO (EN M)            |
|---|--|-------------------------------------|-------------------------------|
| POR CONDICIONES DE EXPLOTACIÓN  | Nivel superior de la ventana de marea operativa <sup>1)</sup>                | Uso comercial, industrial y militar | + 1,50 ~ + 2,50 <sup>3)</sup> |
|   |  | Uso pesquero                        | + 0,50 ~ + 1,00 <sup>4)</sup> |
|   |  | Uso náutico-deportivo               | + 0,15 ~ + 1,00 <sup>5)</sup> |
| POR CONDICIONES DE NO REBASABILIDAD DE LAS AGUAS EXTERIORES   | Nivel superior de la ventana extremal de las aguas exteriores <sup>2)</sup>  | Todos los usos                      | + 0,50                        |
| POR CONDICIONES DE NO INUNDACIÓN POR LOS NIVELES FREÁTICOS EN EL TRASDOS  | Nivel superior de la ventana extremal de los niveles freáticos en el trasdós | Todos los usos                      | + 0,50                        |
| <b>Notas</b><br>(1) Ventana operativa asociada a mareas (astronómica y meteorológica) y, en su caso, a regímenes fluviales.<br>(2) Ventana extremal de las aguas exteriores, considerando todos los agentes que inciden en los niveles de las aguas exteriores en el emplazamiento (mareas, oleaje, ondas largas, ...).<br>(3) Se tomará un francobordo de 1,5 m cuando el desplazamiento del mayor buque de la flota esperable en el atraque sea menor o igual a 10.000 t. Cuando dicho buque tenga un desplazamiento mayor se adoptará un francobordo de hasta 2,50 m.<br>(4) Se tomará un francobordo de 0,50 m para embarcaciones de pequeña eslora (< 12 m). A su vez, es recomendable en estos casos que, desde el nivel inferior de la ventana de marea operativa, el francobordo resultante hasta el nivel de coronación no sea superior a 1,5 m. Cuando esto no sea posible será necesario adoptar una solución flotante.<br>(5) Se tomará un francobordo de 0,15 m para embarcaciones de pequeña eslora (< 12 m). A su vez, es recomendable en estos casos que, desde el nivel inferior de la ventana de marea operativa, el francobordo resultante hasta el nivel de coronación no sea superior a 1,00 m. Cuando esto no sea posible será necesario adoptar una solución flotante. |  |                                     |                               |

Tabla 11. Criterios para la determinación de niveles mínimos de coronación de las obras de atraque fijas.

Fuente: ROM 2.0-11.

#### 4.3.3. Área de operación

El área de operación es el área contigua a la línea de atraque y está destinada para la realización de las operaciones de carga y descarga de mercancías del buque. En la ROM se diferencian diferentes tipos de área de operación dependiendo de su función y utilización de modos de carga y descarga. Se pueden encontrar los siguientes tipos de áreas de operación utilizando sistemas de carga y descarga por rodadura:

- Instalación de atraque tipo muelle, con uso comercial tanto para mercancías como pasajeros.
- Instalación de atraque tipo muelle, con uso comercial únicamente para mercancías.
- Instalación de atraque tipo pantalán, con uso comercial únicamente para mercancías.

#### 4.3.4. Área de almacenamiento

El área de almacenamiento asociada a una instalación de atraque es normalmente la superficie aneja al área de operación, destinada al almacenamiento de mercancías. El objetivo de esta área es el de zona de tránsito de una mercancía desembarcada hasta que es transportada a su destino y viceversa; y también el de zona de organización de la mercancía que en vez de cambiar de modo de transporte se desembarca de un buque para embarcarse en otro diferente. Esta zona presenta una explanada de almacenaje con superficie suficiente dependiendo del almacenamiento requerido y teniendo en cuenta la disponibilidad de suelo existente, a la vez que viales que facilitan el correcto desplazamiento de las mercancías. Las principales características a tener en cuenta a la hora de dimensionar el área de almacenamiento son las siguientes:

- Tipo, dimensiones y características de las mercancías.
- Volumen de mercancías distribuidas.
- Organización de la operativa en el área de almacenamiento teniendo en cuenta el tiempo de estancia de cada carga en la terminal.

#### *Capacidad de almacenamiento requerida*

La ROM define esta capacidad de almacenamiento necesaria como: “el número máximo de toneladas de mercancías, unidades de carga y elementos de transporte que pueden acumularse en un instante dado en el área de almacenamiento.”

### 4.4. Localización de la terminal

#### 4.4.1. Alternativas

El Puerto de Cartagena está constituido por dos dársenas separadas e independientes: la de Cartagena y la de Escombreras, que se muestran en la Figura 20. Para la realización de

este proyecto se debe seleccionar la más adecuada para la localización de la nueva terminal teniendo en cuenta las características, accesos y superficie libre de cada una.



*Figura 20. Distribución del Puerto de Cartagena.*

Estas dársenas están conectadas entre sí por una distancia marítima de 1,5 millas, y terrestre de 5 Km y muestran funciones totalmente independientes.

La dársena de Cartagena presenta, al sur del casco urbano, la parte más accesible a cualquier usuario compuesto por unas instalaciones de puerto deportivo así como la terminal de cruceros, ampliada recientemente. Al noroeste de la dársena se encuentra la dársena perteneciente al Arsenal Militar y los Astilleros de Navantia, y al noreste el muelle de Santa Lucía, situado en el barrio con el mismo nombre y el muelle de San Pedro, donde se encuentra una terminal polivalente especializada en el tráfico de contenedores.

Por otro lado, la dársena de Escombreras está enfocada inicialmente a la mercancía petrolífera destinada a abastecer por cabotaje los puertos mediterráneos españoles y por ferrocarril al centro de la península. Actualmente, además de la refinería se encuentran industrias petroquímicas y muelles de graneles sólidos y de mercancía general.

La dársena de Cartagena presenta actualmente un gran movimiento de buques contenedores y cada vez más de ganado vivo, por lo que la superficie disponible en los muelles de esta dársena es muy limitada. Si la nueva terminal tuviese que estar prevista para albergar la llegada de pasajeros, su localización, sin duda, debería ser la dársena de Cartagena, además de por su cercanía al casco antiguo y que actualmente ya se encuentra situado un tacón de buque ro-ro en uno de los muelles de esta dársena, por la contaminación y los riesgos que presenta la dársena de Escombreras debido a la cantidad de gases y productos químicos a los que los pasajeros que llegasen a la nueva terminal estarían expuestos.

Debido a que la ampliación de la dársena de Escombreras es relativamente reciente, en ella se encuentran más superficies libres que podrían ser utilizadas para nuevas infraestructuras, pudiendo ser una de ellas la terminal objeto de este proyecto. Ya que dicha terminal será dimensionada únicamente para la carga, descarga y almacenamiento de mercancías, la cercanía al casco urbano no es relevante, pero sí la proximidad de la entrada a la AP-7, Cartagena – Alicante, y a la A-30, Madrid – Albacete – Murcia – Cartagena.

Tras la evaluación superficial de las posibilidades de cada dársena para el emplazamiento de la nueva terminal se ha tomado como mejor opción la dársena de Escombreras.

#### 4.4.2. Características de la dársena de Escombreras

Al seleccionar la dársena de Escombreras como lugar de implantación de la nueva terminal se ha de tener en cuenta que esta dársena está sometida a un gran movimiento de mercancías debido al asentamiento de importantes industrias que precisan de transporte marítimo para su exportación e importación de productos, siendo la más destacada la refinería de Repsol.

En la Figura 21 se puede observar la distribución de la dársena de Escombreras en la que se pueden identificar las diferentes funciones de la dársena y la división de muelles para

graneles sólidos y líquidos, pantalanés, etc. Esta dársena está dividida en dos zonas, comercial y petrolífera, y está destinada exclusivamente a usos comerciales.



Figura 21. Esquema dársena de Escombreras. Fuente: APC.

Teniendo en cuenta que el tipo de atraque a utilizar para la nueva terminal deberá ser el que presente una configuración de muelle y debido a la configuración de la dársena representada en la anterior imagen, esta terminal se colocará en uno de los muelles utilizado para graneles sólidos o mercancía general ya que estos son superficies más polivalentes utilizadas para diferentes tipos de mercancías. En la actualidad los muelles destinados para estos fines son el muelle Príncipe Felipe Oeste, véase Figura 22, muelle Príncipe Felipe Sur, véase Figura 23, muelle Isaac Peral, véase Figura 24, y el muelle Sur, véase Figura 25; estos se detallan a continuación individualmente teniendo en cuenta las características más significativas tomando como fuente datos de la Autoridad Portuaria de Cartagena.

### MUELLE PRÍNCIPE FELIPE OESTE

- Longitud de atraque: 180 m.
- Calado: 11,90 m.
- Grúa de 12 toneladas.
- Superficie total: 7.135 m<sup>2</sup>
- Instalaciones de recepción, descarga por tubería y ensacado de cemento a granel con instalaciones de almacenaje: Dos silos de cemento de 5.000 T y dos de 14.600 T, además de dos naves de 10.000 y 20.000 T.
- Certificación ISO 9001 en Tráfico de Graneles Sólidos.



Figura 22. Muelle Príncipe Felipe Oeste, dársena de Escombreras.

### MUELLE PRÍNCIPE FELIPE SUR

- Longitud de atraque: 350 m.
- Calado: 13,72 m.
- Superficie total: 109.125 m<sup>2</sup>.
- Buque máximo: 75.000 TPM.
- Conectado con la red ferroviaria RENFE.
- Grúa: 16Tn.
- Almacén cerrado de 6.000 m<sup>2</sup>.
- Edificio de servicios oficiales y usuarios.
- Dos básculas de pesaje de camiones de 60 T.
- Instalaciones de recepción de cemento a granel.
- Almacenes de fertilizantes sólidos de 38.220 m<sup>2</sup>.
- Tanques de almacenaje para fertilizantes líquidos con una superficie total de 7.000 m<sup>2</sup>.
- Certificación ISO 9001 en Tráfico de Graneles Sólidos.
- Instalaciones de descarga de graneles líquidos por tubería.

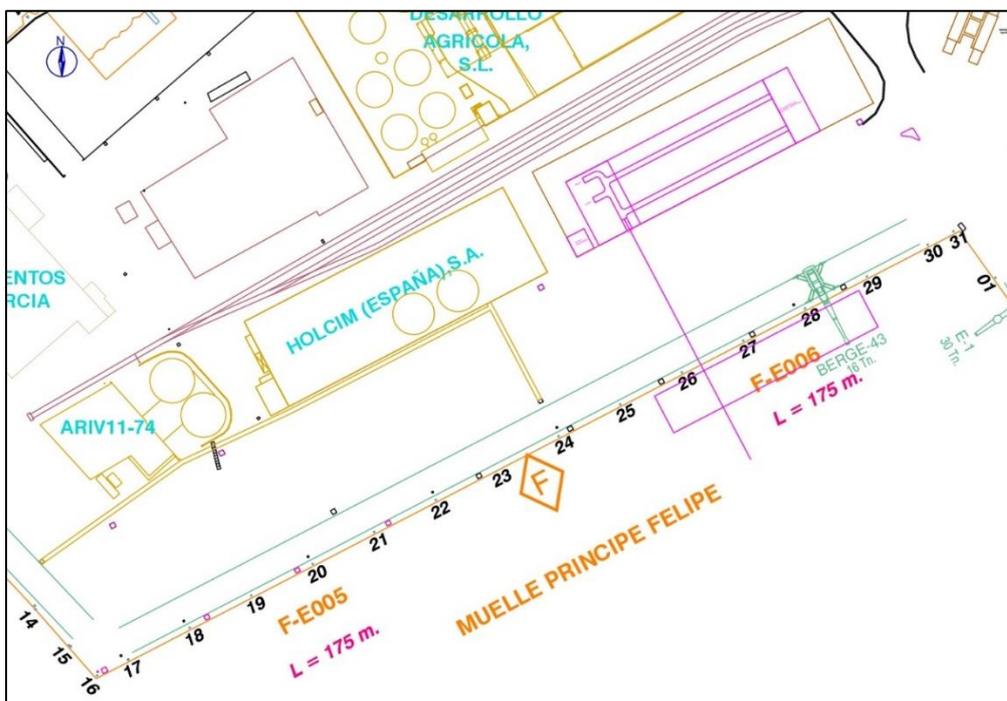


Figura 23. Muelle Príncipe Felipe Sur, dársena de Escombreras.

### MUELLE ISAAC PERAL

- Longitud de atraque: 440 m.
- Calado: 13,72 m.
- Superficie total: 164.006 m<sup>2</sup>.
- Preparado para recibir buques de hasta 60.000 TPM.
- Conectado con la red ferroviaria RENFE.
- Grúa de 12 T.
- Grúa de 30 T.
- Grúas móviles: una de 100 T., dos de 80 T., y una de 63 T.
- Cinco almacenes cerrados con 19.220 m<sup>2</sup> de superficie total.
- Cinco básculas de pesaje para camiones y una para ferrocarril.
- Certificación ISO 9001 en Tráfico de Graneles Sólidos.
- Muelle de 150 m. y 5,00 m. de calado para embarcaciones auxiliares.

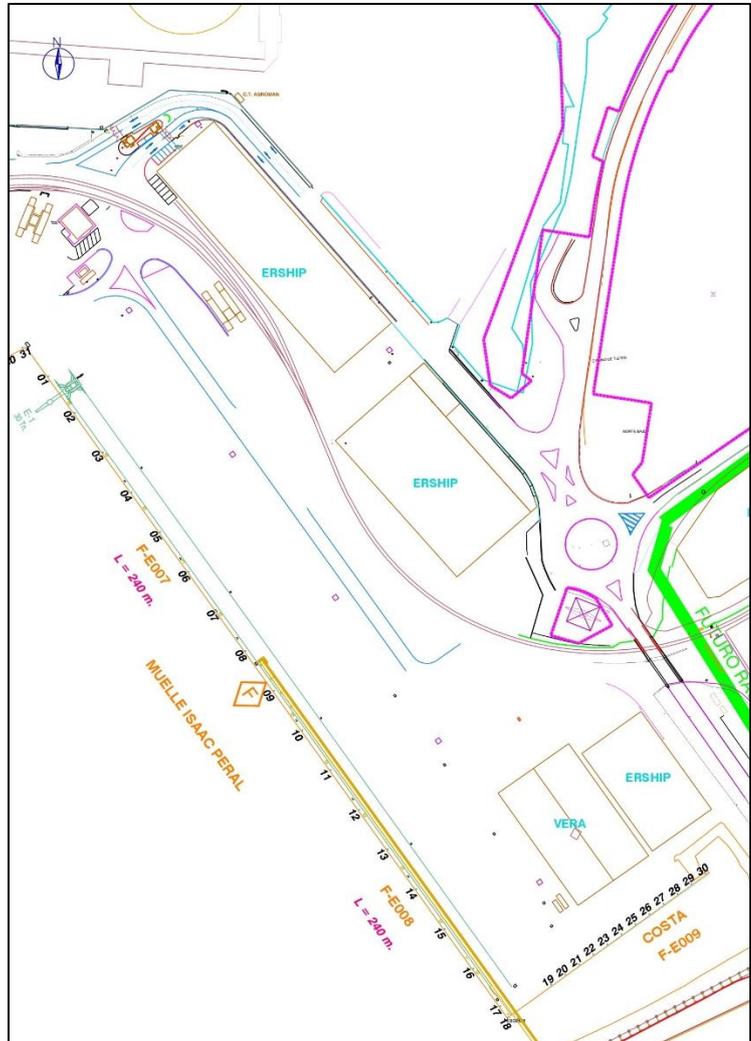


Figura 24. Muelle Isaac Peral, dársena de Escombreras.

## MUELLE SUR

- Longitud de atraque: 601 m.
- Calado: 21 m.
- Muelle para descarga y almacenaje de graneles sólidos.
- Grúa móvil de 80 T.
- Grúa móvil de 144 T.
- Certificación ISO 9001 en Tráfico de Graneles Sólidos.

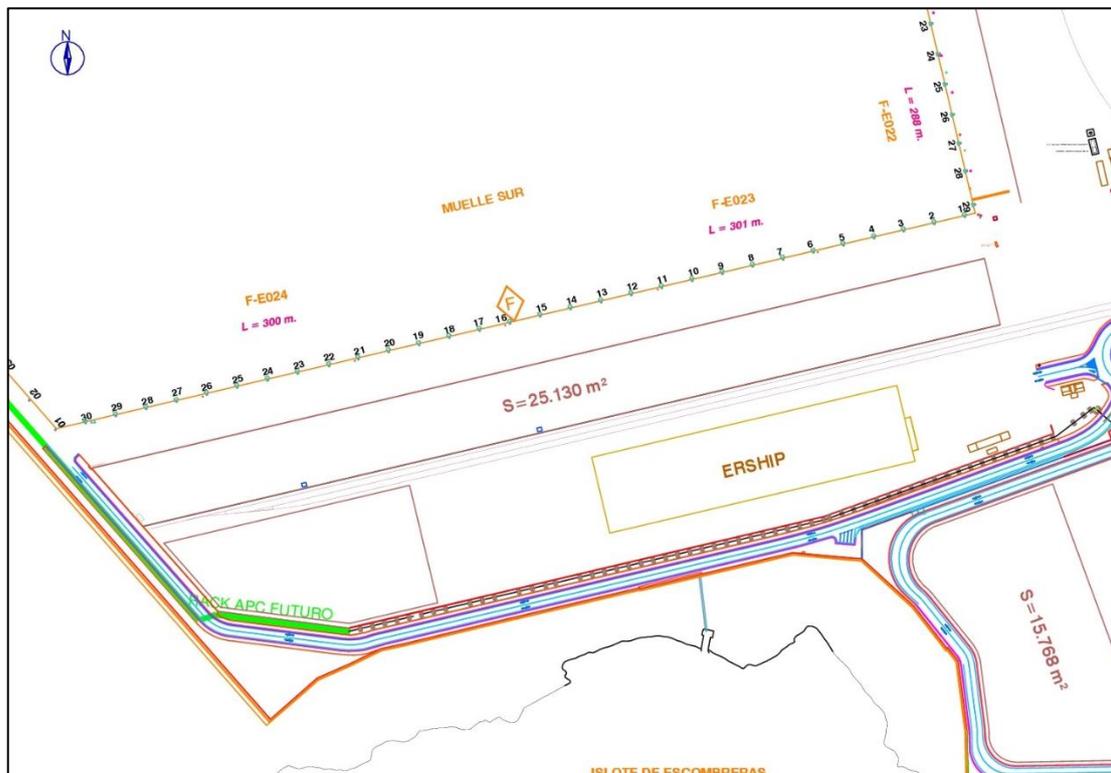


Figura 25. Muelle Sur, dársena de Escombreras.

### 4.5. Dimensionamiento de la terminal

De los cuatro muelles anteriores, dos de ellos, el muelle Isaac Peral y el muelle Príncipe Felipe Sur, cuentan con una terminal de ferrocarril que facilita el intercambio de un medio de transporte a otro en el caso de semirremolques. Estos dos muelles son los más adecuados en cuanto a características geométricas de calado y longitud de atraque disponible se refieren, encajando estas dimensiones mejor que las de los otros muelles con

las características principales del buque a atracar. Estas dimensiones necesarias serán calculadas adecuadamente, siguiendo las indicaciones de la ROM, para el correcto funcionamiento de la nueva terminal.

Se ha de tener en cuenta que se colocará al menos un tacón fijo debido a la baja oscilación de la marea en el Mar Mediterráneo.

#### 4.5.1. Longitud de atraque

Siguiendo la fórmula definida por la ROM 2.0-11 para el cálculo de la longitud mínima de atraque:

$$L_a = N_{a,alineación} \cdot L_{max} + (N_{a,alineación} - 1) \cdot l_0 + 2 \cdot l_s$$

Siendo:

- $N_{a,alineación}$  : número de buques a atracar.
- $L_{max}$ : máxima eslora del buque.
- $l_0$ : resguardos necesarios entre buques.
- $l_s$ : resguardos necesarios en los extremos de la obra de atraque. En la siguiente tabla se muestran los resguardos en planta recomendados en línea de atraque para las diferentes posiciones de atraque.

$$L_a = 1 \cdot 149,38 + (1 - 1) \cdot 15 + 2 \cdot 10 = 170m$$

Teniendo en cuenta que la tendencia actual de los buques es aumentar su capacidad y con ello su eslora, en este proyecto se tomará como longitud de atraque mínima 210 metros por futuros buques que puedan llegar, así que es preciso descartar el muelle Príncipe Felipe Oeste como posible candidato para la nueva terminal por no tener la longitud de atraque necesaria.

#### 4.5.2. Calado necesario

El calado de un buque ro-ro ronda entre los 6 y los 10 metros, encontrando siempre alguna excepción en buques más grandes de hasta 13 metros de calado. En la dársena de Escombreras los muelles señalados en el apartado anterior presentan un calado disponible mayor a 10 metros, por lo que cualquiera de ellos podría ser el idóneo para este tipo de buque. El muelle Sur presenta una longitud de atraque de 601 metros y un calado disponible de 21 metros, siendo éstos excesivos para las necesidades de un buque ro-ro, por lo que se descarta este muelle al no ser del todo eficiente y pudiendo ser mejor aprovechado por buques con mayores exigencias de calado.

#### 4.5.3. Tacones fijos

Las Recomendaciones ya citadas muestran las características necesarias de un tacón fijo:

- Pendiente máx. 12,5%
- Ángulo entre planos inclinados entre 175 y 187º
- Longitud > 5 m entre planos ascendentes o descendentes
- Longitud > 8 m entre plano ascendente y descendente

#### 4.5.4. Situación de la terminal

Si se observan los dos muelles adecuados para esta terminal en un mismo plano como en la Figura 26, se puede evaluar el punto de unión entre ambos como una buena situación para el o los tacones ro-ro, por ello la parte señalada en esta figura es la superficie orientativa que será utilizada en este proyecto para la dimensión de la nueva terminal.

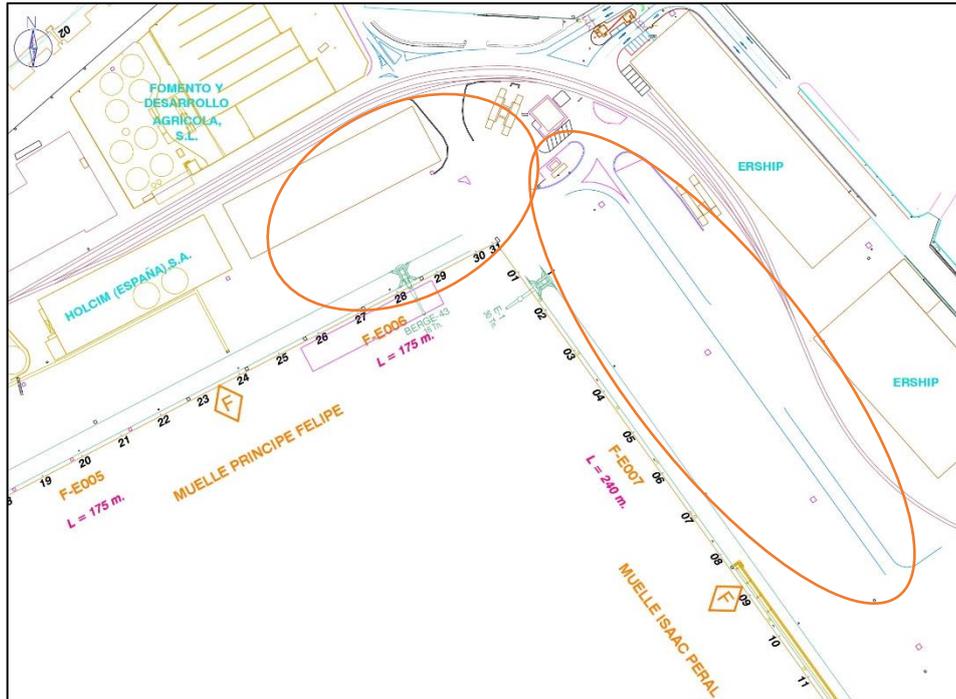


Figura 26. Situación de la nueva terminal.

#### 4.6. Clasificación de las superficies portuarias según la ROM 4.1-94

##### 4.6.1. Clasificación

Las superficies se clasifican según el uso al que se les vaya a someter (comercial, industrial, militar, etcétera) y, una vez seleccionado el uso, se clasifica en función del tipo de actividad que se vaya a realizar en ellas y cada zona de la terminal se caracterizará por el modo de manipulación de la carga.

La nueva terminal será de uso comercial. En este uso se incluyen todas las actividades portuarias de intercambio entre los modos de transporte terrestre y marítimo y todas las demás actividades relacionadas con ésta, como son la carga y descarga de las mercancías y el almacenamiento de éstas siempre que el principal fin sea el comercio. En una superficie portuaria de uso comercial se encuentran las siguientes zonas que serán especificadas a continuación para una terminal ro-ro:

- Zonas de operación.

- Zonas de almacenamiento.
- Vías de comunicación.
- Zonas complementarias.

En una superficie portuaria de uso comercial se pueden encontrar diferentes tipos de mercancías manipuladas, como pueden ser graneles líquidos o sólidos o mercancía general. En la nueva terminal se manipulará mercancía general, más concretamente de tipo unificada, con la manipulación de semirremolques y otras cargas ro-ro.

#### *Zonas de operación*

En estas zonas se produce el cambio de modo de transporte y están destinadas a la transferencia y manipulación de mercancías sin que se produzca acumulación de éstas. En una terminal ro-ro la zona de operación está caracterizada por presentar una manipulación de la mercancía por rodadura.

Se toma como zona de operación la franja paralela al cantil de una obra de atraque y que presente una anchura de al menos 15 metros.

#### *Zonas de almacenamiento*

Estas son las zonas destinadas al almacenamiento y acopio de la mercancía que estará en el puerto por un tiempo determinado. La zona de almacenamiento es diferente según el tipo de mercancía de la que se trate, por lo que para la nueva terminal ro-ro esta zona estará destinada al estacionamiento de semirremolques o camiones completos.

Los remolques tienen anchuras de 2,5 metros y longitudes, en este caso tomando el más desfavorable, de 12 metros. Su estacionamiento es en batería o espina de pez, con un área de estacionamiento de 3,50 x 15 m<sup>2</sup> y una calle adyacente de 6 m a 16,50 m dependiendo del ángulo necesario para estacionar y maniobrar.

### *Vías de comunicación*

Las vías de comunicación están destinadas al tránsito de las mercancías. En éstas se pueden distinguir las vías de maniobra, que hace referencia a las conexiones entre diferentes zonas de operación y de almacenamiento, y las de acceso que hacen referencia a la conexión de las zonas de operación o almacenamiento con el exterior del puerto.

A efectos de pavimentación, los viales de acceso recibirán un tratamiento idéntico al de las carreteras o vías de circulación general, por lo que se puede tomar directamente la aplicación de la Instrucción 6.1 y 2 IC de secciones de firme.

### *Zonas complementarias*

Están excluidas del tráfico de mercancías y son áreas principalmente urbanizadas con edificios y dependencias administrativas, o bien zonas de paso de peatones y estacionamiento.

#### 4.6.2. Estudio de cargas

En una superficie portuaria se diferencian varios tipos de cargas que se transmiten al pavimento: las producidas por el almacenamiento de los materiales o mercancías en una determinada superficie denominadas cargas de estacionamiento o almacenamiento, las cargas producidas por los equipos empleados para la manipulación de la mercancía denominadas cargas de manipulación y las cargas producidas por el tráfico pesado convencional igual al vehículo de carretera.

La ROM dedicada al “Proyecto y construcción de pavimentos portuarios” engloba diferentes tipos de cargas de estacionamiento o almacenamiento, dependiendo del tipo de mercancía que se precise. Esta Recomendación no considera las cargas debidas al estacionamiento de camiones como tal ya que estos son considerados vehículos pesados, por lo que se englobarían en el apartado de “cargas producidas por tráfico pesado

convencional”, pero sí considera las cargas debidas al estacionamiento de semirremolque que, así como camiones completos, pueden ser utilizados en una terminal ro-ro.

#### *Cargas de estacionamiento de semirremolques*

Estas cargas se consideran de naturaleza variable, ya que dependen del peso que se transporte y también son consideradas cargas de actuación y distribución constantes durante un periodo de tiempo. En el caso de estacionar un semirremolque, éste tiene dos zonas de apoyo que serían los ejes traseros del semirremolque que no producen gran deterioro y la parte delantera en la que se engancha a la cabeza tractora. Esta última, al soltarse de la cabeza tractora y depositarla en el pavimento, puede producir un hundimiento debido a la cantidad de carga que se transmite en una superficie tan pequeña, no siendo aconsejables algunos tipos de pavimentos. La ROM establece una clasificación de semirremolques según las cargas de cada parte y de la superficie de su parte delantera en contacto con el pavimento. A falta de datos se tomarán los dispuestos por la Recomendación en la que se consideran cargas de 70kN y presiones de 40MPa en cada punto de apoyo. Para evitar el deterioro del pavimento en la zona de apoyo delantera se aconseja colocar una franja de aproximadamente 1 metro de ancho pavimentándola con hormigón o adoquines donde se vayan a producir esas cargas.

#### *Cargas de los equipos de manipulación de mercancías*

En la nueva terminal se considera necesaria la existencia de equipos especiales en el caso de la llegada de semirremolques para facilitar su manipulación. Estos equipos serán de circulación no restringida, sobre neumáticos u orugas, como puede ser una cabeza tractora como la que se muestra en la Figura 15 cargando un semirremolque.



Figura 27. Tractor con semirremolque. Fuente: ROM 4.1-94

### *Cargas de tráfico pesado convencional*

En España las cargas límites de vehículos pesados articulados, como son los semirremolques, son de 380kN, y las presiones deben ser menores que 1,5MPa

### 4.6.3. Índices de intensidad de uso

La intensidad de uso de una superficie portuaria es un dato fundamental para definir la categoría del tráfico.

En las zonas de almacenamiento el caso más general es en el que las superficies de circulación de los equipos no están diferenciadas física y permanentemente de las destinadas al depósito de mercancías, lo que también se aplica a la nueva terminal ro-ro.

### *Zonas de estacionamiento de semirremolques*

El índice de intensidad de este tipo de zonas se refiere a: "Contenedores y cajas móviles trasladados en semirremolque por unidad de superficie en la zona en el año medio de la vida útil" se dimensiona en TEU/m<sup>2</sup> considerando la siguiente relación entre toneladas y TEU.

$$10 \text{ t} \leftrightarrow 1 \text{ TEU}$$

Tomando las características que se observan en la Figura 15 en la ficha técnica del buque Galicia, elegido para el dimensionamiento de la nueva terminal, se toma como carga máxima de los camiones de 54 toneladas. Se tiene en cuenta una superficie mínima por camión de 3,5 x 15 m<sup>2</sup>, por ello la intensidad de uso será de **0,1 TEU/m<sup>2</sup>**. Este valor será útil para especificar la clasificación de la zona según su intensidad de uso.

#### 4.6.4. Cargas de cálculo según el uso de las superficies portuarias

Se realiza un análisis y una clasificación de los valores de las cargas aplicadas para poder definir la categoría de tráfico en cada caso.

##### *Zonas de operación*

Para cargas Ro-Ro se considera una clasificación de carga MEDIA si no se tienen criterios que especifiquen la necesidad de una clasificación más restrictiva.

##### *Zonas de estacionamiento de semirremolques*

En lo referente al almacenamiento de la mercancía la ROM establece que se debe considerar siempre una carga de cálculo ALTA en la zona de apoyo del delantero del remolque debido a la dependencia de esta carga con el tipo de semirremolque utilizado en la operación. En el caso de colocarse una franja diferenciada para este apoyo, el resto de la zona se tratará de igual manera que las zonas complementarias de estacionamiento.

Las cargas de cálculo de manipulación dependerán de los equipos utilizados para tal fin teniendo una clasificación de carga MEDIA.

Las cargas establecidas en los viales de acceso es la correspondiente a vehículos pesados de carretera con lo que contiene la Instrucción 6.1 y 2 IC de secciones de firme. Estas mismas características se tendrán en cuenta para las zonas de circulación complementaria.

Por último, en lo referente a las zonas de estacionamiento complementarias, se tendrá en cuenta la naturaleza de las plazas de estacionamiento disponibles, siendo algunas de ellas para vehículos pesados y otras para vehículos ligeros por lo que se tomará como clasificación de carga MEDIA.

#### 4.6.5. Intensidad de uso según el uso de las superficies portuarias

Las intensidades de uso se clasifican como reducidas, medias o elevadas según los valores de los índices de intensidad de uso definidos.

Tanto en la zona de operación como en la de almacenamiento la intensidad de uso es REDUCIDA, mientras que los viales de acceso y las zonas de circulación complementarias se clasifican según la Instrucción 6.1 y 2 IC de secciones de firme y en las zonas de estacionamiento complementarias la clasificación será MEDIA, ya que el número de plazas totales de estacionamiento estará entre 10 y 100.

#### 4.6.6. Resumen

Se ha realizado un resumen de las clasificaciones realizadas a partir de las cargas y presiones soportadas por cada superficie representado en la Tabla 12.

| ZONAS                          | Cargas de cálculo      | Intensidad de uso      |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|
| Operación                      | MEDIA                  | REDUCIDA               |
| Estacionamiento                | ALTA                   | REDUCIDA               |
| Maniobra (viales)              | Instrucción 6.1 y 2 IC | Instrucción 6.1 y 2 IC |
| Accesos (viales)               | Instrucción 6.1 y 2 IC | Instrucción 6.1 y 2 IC |
| Circulación complementaria     | Instrucción 6.1 y 2 IC | Instrucción 6.1 y 2 IC |
| Estacionamiento complementario | MEDIA                  | MEDIA                  |

Tabla 12. Clasificación de las zonas de la terminal de estudio. Fuente: propia.

#### 4.7. Rampa Ro-Ro

Existen tres tipos de rampas para el embarque y desembarque de carga rodada:

- Rampa fija: es utilizada en las zonas en las que la variación del nivel del mar no supera los 2 metros.
- Rampa flotante: necesaria en zonas en las que la variación del nivel del mar es muy grande para poder absorber los movimientos estas variaciones producen en los buques atracados.

- Rampa mecánica: actualmente se está empezando a utilizar en lugares con bastante variación del nivel del mar ya que se ajusta al nivel necesario con gatos hidráulicos principalmente.

En la nueva terminal de la dársena de Escombreras se colocará una rampa fija debido a la poca variación de los niveles del mar así como por ser más económica que las demás citadas.

La ROM 4.1-94 establece las características superficiales que debe tener el pavimento en cada zona portuaria. La más vinculante en una terminal ro-ro, aparte del desgaste debido a la rodadura de los camiones con diferentes pesos que transitan, es la rampa de acceso a la terminal desde el buque; esta rampa es en la que se apoya la compuerta del buque para que puedan acceder los diferentes vehículos y este apoyo es el que produce impactos importantes en los soportes de las planchas (compuertas del buque) cuando pasan las cargas por encima. Para evitar una rápida degradación del hormigón en esa superficie, la ROM recomienda dos procedimientos que son disponer de hormigones de muy altas resistencias y reforzar las rampas con perfiles laminados de acero o con planchas de palastro.

#### 4.8. Accesos al Puerto de Cartagena

El Puerto de Cartagena, al estar dividido en dos dársenas separadas unos 5 km por carretera, tiene tanto vías de comunicación interiores, que son las que comunican las dos dársenas entre sí, véase *Figura 28*, como vías de acceso externas que son las comunicaciones del exterior con cada una de las dársenas del Puerto estas representadas en la *Figura 29* en la que se muestran tanto las vías para vehículos con neumáticos y las ferroviarias.

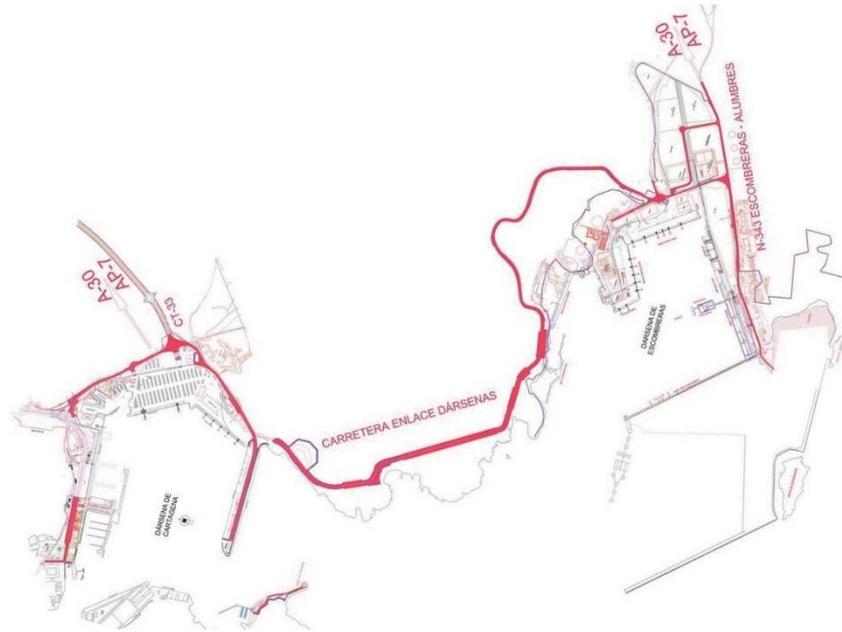


Figura 28. Conexiones interiores Puerto de Cartagena. Fuente: APC

## Estudio de viabilidad de una terminal Ro-Ro en el puerto de Cartagena

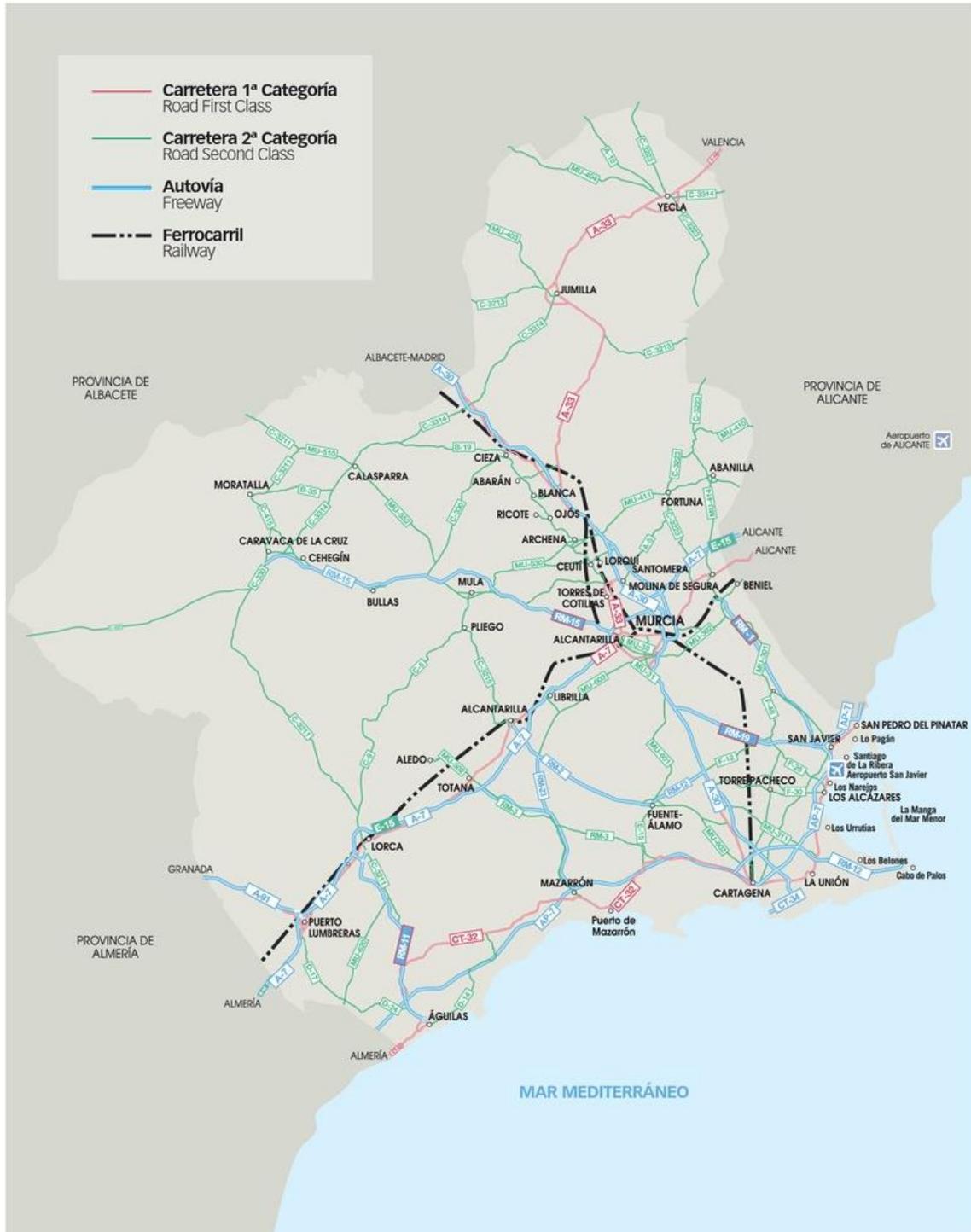


Figura 29. Accesos al Puerto de Cartagena. Fuente: APC.

Las principales conexiones desde la Dársena de Escombreras son por carretera. La unión de esta dársena con la de Cartagena se hace a través de una vía de servicio de la costa que es propiedad de la Autoridad Portuaria y siguiendo la carretera CT-34 de Escombreras – Alumbres se enlaza con las autovías de salida del Puerto y de Cartagena. Las dos carreteras principales que llegan a Cartagena son la A-30 Madrid – Albacete – Murcia – Cartagena y la

N-332 que viene desde Andalucía por el Oeste y continúa con la AP-7 Cartagena – Alicante en dirección Este.

#### 4.9. Necesidades constructivas

El muelle Isaac Peral de la Dársena de Escombreras se construyó en 1995 y se pavimentó durante 1995 y 1996. En mayo de 2014 la Autoridad Portuaria de Cartagena realizó un proyecto para la nueva pavimentación del muelle debido al agotamiento de la vida útil de éste. Las causas del cambio de pavimento fueron principalmente la degradación que había sufrido con el paso del tiempo y con el asentamiento de los cajones que conforman el muelle. Dicho proyecto incluye tanto las fases constructivas, con los materiales utilizados, como las mediciones y cuadros de precios para la renovación del pavimento. (22)

Las obras consistieron en la demolición y retirada del pavimento existente, mejora de las capas base y ejecución de un pavimento de hormigón armado HP-40 de 32 cm dejando una pendiente entre el 0,4 y 1% en una superficie de 22.000 m<sup>2</sup> en la zona que se muestra en la Figura 30.

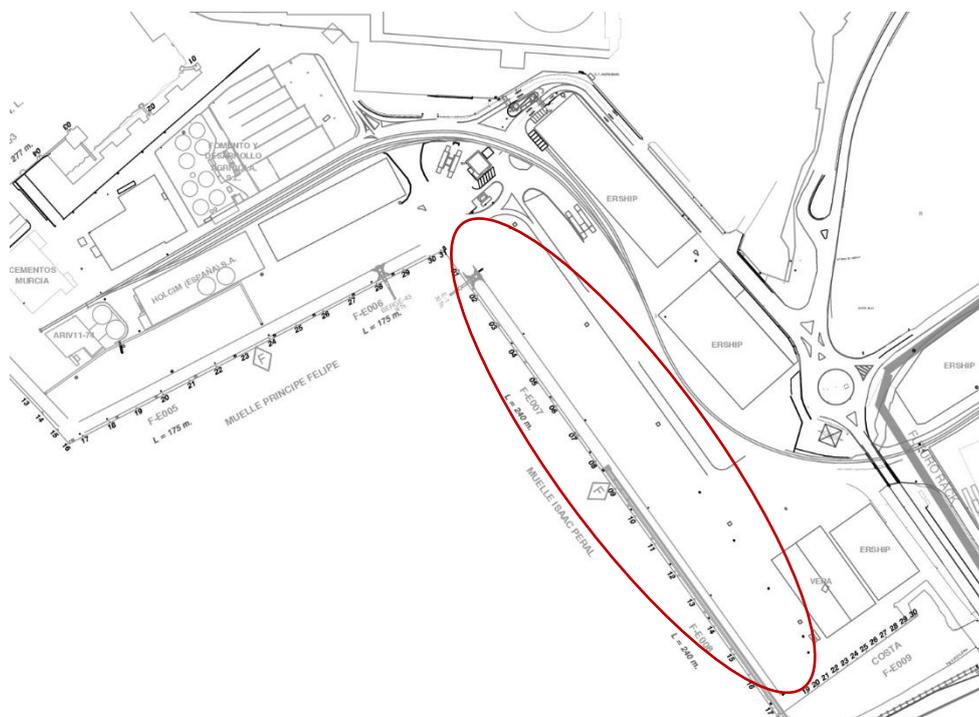


Figura 30. Superficie pavimentada por la Autoridad Portuaria de Cartagena en 2014, Dársena de Escombreras. Fuente: APC.

Para establecer el tipo de pavimento necesario en la nueva terminal ro-ro en este muelle será necesario tener en cuenta las especificaciones de la ROM 4.1-94 que establece una categoría de tráfico según el uso de la superficie y con ello se selecciona el espesor mínimo del pavimento necesario. En la Figura 31 se establece las diferentes categorías de tráfico según la carga de cálculo y la intensidad de uso que se tendrá en cuenta para la elaboración de la siguiente tabla, véase *Tabla 13*, en la que se muestra el espesor mínimo necesario con el pavimento actual de HP-40 teniendo en cuenta la Tabla 12 en la que se establecen la carga de cálculo y la intensidad de uso de cada zona.

| CATEGORÍAS DE TRÁFICO <sup>(1)</sup> |                  |       |      | TABLA C.1. |
|--------------------------------------|------------------|-------|------|------------|
| INTENSIDAD DE USO                    | CARGA DE CÁLCULO |       |      |            |
|                                      | BAJA             | MEDIA | ALTA |            |
| REDUCIDA                             | D                | C     | B    |            |
| MEDIA                                | D                | B     | A    |            |
| ELEVADA                              | C                | B     | A    |            |

NOTAS:  
(1) Excepto para viales de acceso y zonas complementarias de circulación.

Figura 31. Categorías de tráfico. Fuente: ROM 4.1-94.

| Zona de Operación              | Categoría de tráfico | Espesor de pavimento mínimo (m) |
|--------------------------------|----------------------|---------------------------------|
| Estacionamiento                | C                    | 0,26                            |
| Semirremolques                 | B                    | 0,23                            |
| Estacionamiento complementario | B                    | 0,23                            |

Tabla 13. Espesor de pavimento mínimo según especificaciones de la ROM 4.1-94

El mínimo espesor más restrictivo es de 0,26 metros y como el espesor del pavimento presente actualmente en el muelle es de 0,32 metros y fue modificado hace tan solo 2 años, no se tendrá que renovar dicho pavimento para la colocación de la terminal ro-ro.

Al estar ya pavimentada la superficie de la zona en la que estacionarán los camiones y los semirremolques con las características necesarias, la colocación de la nueva terminal

incluirá las siguientes ejecuciones para su puesta en funcionamiento, todas ellas mostradas en el plano:

- Construcción de las rampas para carga rodada.
- Pavimentación o construcción de aceras o separaciones donde sea necesario.
- Pintado de las vías y estacionamientos.
- Colocación de edificio administrativo.

#### 4.9.1. Construcción de las rampas para carga rodada

Una rampa fija para una terminal ro-ro tiene como característica principal el apoyo de la compuerta del buque a atracar y tiene que ser capaz de soportar tanto el peso de la compuerta como el peso producido por los vehículos que embarquen y desembarquen del buque produciendo esto un esfuerzo considerable en la pestaña de la compuerta del buque. Para que la rampa aguante esos esfuerzos y la degradación de ésta no sea excesivamente rápida la ROM 4.1-94 establece dos procedimientos para la pavimentación de esta zona tan específica, disponer de hormigones de muy altas resistencias o reforzar las rampas con perfiles laminados de acero o con planchas de palastro en la zona de apoyo de las planchas del buque. En la Figura 32 se puede observar el perfil de la rampa ro-ro a construir. Para ello se seguirán las siguientes fases:

- 1) Excavación de las superficies necesarias y un espesor de 1,5 metros.
- 2) Colocación y compactación de la zahorra artificial con espesor de 0,25 metros con la inclinación del 10%.
- 3) Encofrado y vertido del hormigón con un espesor de 0,32 metros compactado.

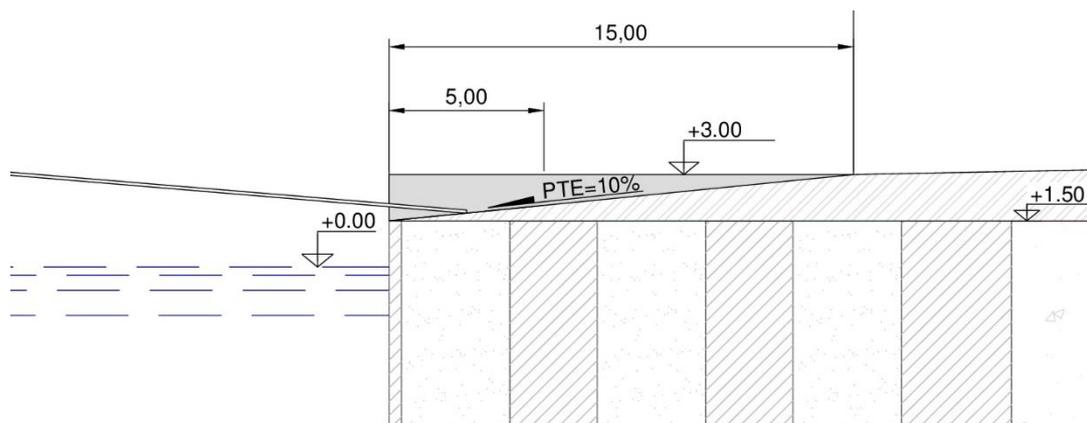


Figura 32. Rampa ro-ro proyectada.

#### 4.10. Diseño de la terminal

En el Anejo 1 de este documento se pueden observar los diferentes planos realizados para el diseño de la terminal ro-ro. Para realizar este diseño se ha intentado que la circulación interior de la mercancía sea lo más sencilla posible evitando maniobras y cruces excesivos. Esta terminal presentará:

- Dos tacones ro-ro perpendiculares entre sí de dimensiones 15 x 27 m<sup>2</sup>, que facilitará el atraque del buque en un tacón o en el otro.
- Una zona de estacionamiento para camiones en batería con un área de estacionamiento de 3,50 x 15 m<sup>2</sup>, con superficie para 145 camiones, y una calle adyacente de 8 m la más estrecha.
- Las vías de comunicación necesarias para la entrada y salida de los camiones de la terminal así como las vías interiores a ésta para facilitar el movimiento de los camiones teniendo un ancho mínimo de 5 metros.
- Zona administrativa con una edificación para estos fines y aparcamientos adyacentes para los trabajadores de la terminal.

En el Plano 2 se pueden observar las situaciones de los diferentes elementos de la terminal y las dimensiones y, en los Planos 3 y 4 se muestran los diferentes recorridos que realizarán los camiones para su entrada y salida del buque según el tacón utilizado.

## 5. Presupuesto de la terminal y cadena de costes

### 5.1. Presupuesto de la terminal

Como se puede observar en el Anejo 2 el resumen del presupuesto de las acciones necesarias para disponer de una terminal ro-ro adecuada es el que se muestra en la Figura 33.

| RESUMEN  | EUROS             | %     |
|--|-------------------|-------|
| Demolición y movimiento de tierras.....          | 13,972.50         | 7.50  |
| Firmes y pavimentos.....                         | 48,071.39         | 25.79 |
| Gestión de residuos.....                         | 9,319.05          | 5.00  |
| Construcción de arquitectura no residencial..... | 115,000.00        | 61.71 |
| <b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>                  | <b>186,362.94</b> |       |
| 13.00% Gastos generales.....                     | 24,227.18         |       |
| 6.00% Beneficio industrial.....                  | 11,181.78         |       |
| SUMA DE G.G. y B.I.                              | 35,408.96         |       |
| 16.00% I.V.A.....                                | 35,483.50         |       |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>                | <b>257,255.40</b> |       |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>                 | <b>257,255.40</b> |       |

Figura 33. Resumen de las necesidades constructivas de la terminal ro-ro.

### 5.2. Cadena de costes

Para el cálculo de costes totales para la implantación de una línea ro-ro se tienen en cuenta diferentes tipos de costes:

- Coste del suelo
- Alquiler del buque
- Costes de pertrecho
- Costes de personal
- Costes de combustible
- Tasas portuarias
- Coste de la terminal

### 5.2.1. Coste del suelo

El coste del suelo hace referencia a la superficie utilizada por la terminal tanto terrestre como marítima.

| Área funcional Terrenos                        | Valor €/m <sup>2</sup> |
|--|------------------------|
| VI Muelle de Curra . . . . .                   | 73,20                  |
| VII Dique de Navidad . . . . .                 | 33,55                  |
| Dársena Escombreras:                           |                        |
| VIII Zona del Gate . . . . .                   | 41,18                  |
| IX Muelle de Fertilizantes . . . . .           | 102,94                 |
| X Príncipe Felipe-Isaac Peral . . . . .        | 68,63                  |
| XI El Fangal . . . . .                         | 102,18                 |
| XII Licuados Maese Bastarreche A . . . . .     | 77,78                  |
| XII Licuados Maese Bastarreche B . . . . .     | 61,00                  |
| XIII Carretera enlace entre dársenas . . . . . | 49,56                  |
| XIV Terminales de Graneles . . . . .           | 108,28                 |
| XV Zona de Actividades Industriales . . . . .  | 94,55                  |

Figura 34. Valores de los terrenos en el Puerto de Cartagena. Fuente: APC

| Área funcional lámina de agua            | Valor €/m <sup>2</sup> |
|--|------------------------|
| Zona I. Dársena de Cartagena . . . . .   | 21,26                  |
| Zona I. Dársena de Escombreras . . . . . | 21,91                  |
| Zona II . . . . .                        | 8,63                   |

Figura 35. Valores de lámina de agua en el puerto de Cartagena. Fuente: APC

Se toman los datos de las Figuras 34 y 35 y las áreas funcionales determinadas en el Plano 1 para el cálculo del coste total del suelo. Estas superficies serán utilizadas principalmente para actividades portuarias complementarias como son las actividades logísticas y de almacenaje, por ello se toma un porcentaje de ocupación del 6,5% teniendo en cuenta el documento en el que se establecen las tasas de ocupación del puerto de Cartagena (23). Los diferentes valores por superficie y costes son los que se muestran en la Tabla 14 en la que se puede observar el coste total del suelo.

| Área funcional                         | Valor €/m2 | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Coste por área €  |
|--|------------|------------------------------|-------------------|
| Terrenos: Príncipe Felipe-Isaac Peral  | 68,63      | 37.488,33                    | 2.572.824,09      |
| Lámina de agua: Dársena de Escombreras | 21,91      | 8.126,8                      | 178.058,19        |
|  |            | Coste de la superficie       | 2.750.882,28      |
|  |            | % de ocupación               | 6,5               |
|  |            | <b>Coste total de suelo</b>  | <b>178.807,35</b> |

Tabla 14. Coste del suelo de la terminal.

### 5.2.2. Alquiler del buque

El coste por el alquiler del buque se reflejará en los costes relacionados con la amortización del buque. Este coste depende de las características del buque y los precios en el momento del alquiler. Tomando la fórmula empírica representada a continuación, el coste calculado se multiplicará por 365 días para saber el coste del alquiler del buque anual.

$$C_A = 6,827 * GT^{0,63} \text{ (€/día)}$$

Este coste, teniendo en cuenta el arqueo bruto del buque, asciende a **1.125.182,50 € anuales**.

### 5.2.3. Costes de pertrecho

En estos costes está reflejado toda la maquinaria y medios necesarios para realizar la carga y descarga del buque correctamente. Se han tomado los datos del Estudio de cadena de costes del tráfico de carga rodada en terminales españolas realizado por Puertos del Estado (24). Teniendo en cuenta principalmente el coste de maquinaria y el de practicaje y amarre, la suma de la media de ambos costes que se representa en la Figura 36 es de 2.356€ por escala. Tomando que los costes de pertrecho serán los mismos tanto en la terminal de origen como en la de destino, el precio **por rotación** será de **4.712€**.

## Estudio de viabilidad de una terminal Ro-Ro en el puerto de Cartagena

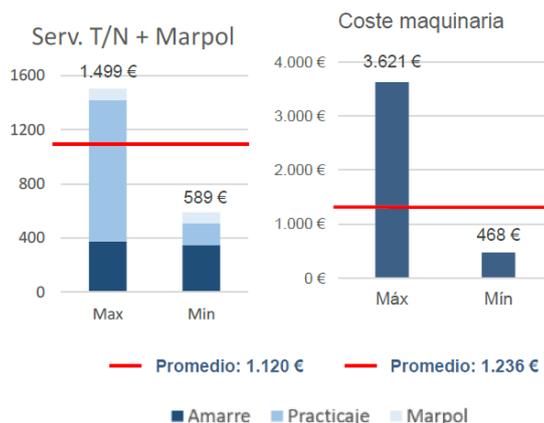


Figura 36. Estudio de cadena de costes del tráfico de carga rodada en terminales españolas.

### 5.2.4. Coste de personal

Tomando de media un salario de 35.000 € anuales y teniendo en cuenta que en el buque habrá trabajando 12 personas se obtiene un coste de personal de **420.000 € al año**.

### 5.2.5. Coste del combustible

Para calcular el coste del combustible se tendrá en cuenta el consumo medio de combustible, considerando que se trata de un buque ro-ro, con las diferentes fórmulas que se muestran en la Tabla 15.

| Tipo de Buque      | Peso      | Desviación cuadrática | Consumo de combustible (kg km <sup>-1</sup> ) | Desviación cuadrática |
|--------------------|-----------|-----------------------|---|-----------------------|
| Tanques            | 1,87 x GT | 0,9886                | 0,2283 x GT <sup>0,5589</sup>                 | 0,8865                |
| Graneleros         | 1,83 x GT | 0,9859                | 0,3059 x GT <sup>0,5241</sup>                 | 0,913                 |
| Carga general      | 1,39 x GT | 0,9287                | 0,1637 x GT <sup>0,6024</sup>                 | 0,7105                |
| Porta contenedores | 1,09 x GT | 0,9445                | 0,0489 x GT <sup>0,7381</sup>                 | 0,7748                |
| RoRo/Ferry/Carga   | 0,54 x GT | 0,5404                | 1,2324 x GT <sup>0,3967</sup>                 | 0,3025                |
| Pasajeros          | 0,18 x GT | 0,7816                | 0,173 x GT <sup>0,6134</sup>                  | 0,7509                |

Tabla 15. Relación entre capacidad y consumo por tipo de buque y valores de correlación estadística.

A partir de ese consumo se calcula el precio total del combustible por km recorrido con la siguiente fórmula:

$$P (\text{€/km}) = \text{Consumo (kg/km)} * P_{\text{combustible}} (\text{€/l}) * F (\text{l/kg})$$

El factor de conversión (F) se calcula a partir de la inversa de la densidad del combustible que es de 832 kg/cm<sup>3</sup> pasándolo a kg/l. Con estos cálculos llegamos a los valores obtenidos en la Tabla 16.

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Consumo combustible (kg/km) | 57,86 |
| Precio combustible (€/l)    | 0,70  |
| Factor de conversión (l/kg) | 1,20  |
| Precio (€/km)               | 48,68 |

Tabla 16. Precio del combustible por km recorrido.

La distancia navegada es de 215 km por lo que el precio del combustible **por rotación** será de **20.932,4 €**.

#### 5.2.6. Tasas portuarias

El régimen económico del sistema portuario español está basado en un sistema de tasas que viene regulado por el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante (25) (TRLPEMM), artículo 162 y, supletoriamente, por la Ley 8/1989 del 13 de Abril de Tasas y Precios Públicos y por la Ley 58/2003 del 17 de diciembre, General Tributaria, así como por sus respectivas normas de desarrollo. El artículo 161 del TRLPEMM define las tasas portuarias como aquellas exigidas por la utilización privativa o por el aprovechamiento especial del dominio público portuario y por la prestación del servicio de señalización marítima. Así, las tasas portuarias son clasificadas por el R.D.L. de la siguiente manera:

- Tasas de ocupación: por la ocupación privativa del dominio público portuario.
- Tasas de actividad: por el ejercicio de actividades comerciales, industriales y de servicios en el dominio público portuario.
- Tasas de utilización: por la utilización especial de las instalaciones portuarias.
- Tasas de ayuda a la navegación: por el servicio de señalización marítima.

El importe de las tasas se fijará con:

- Tasa de ocupación: tomando como referencia el valor de mercado correspondiente al bien de dominio público portuario ocupado.
- Tasa de actividad: tomando como referencia la utilidad derivada del aprovechamiento del dominio público para el usuario.
- Tasas de utilización: tomando en consideración la utilidad derivada de la utilización de las infraestructuras portuarias y además tendrá en cuenta los costes directos e indirectos asociados a la dotación y mantenimiento de las infraestructuras portuarias, incluyendo los de estructura que se le imputen, los financieros, los de amortización del inmovilizado y los necesarios para garantizar el adecuado desarrollo de la infraestructura y de los servicios inherentes a la misma en función de las necesidades y requerimientos de la demanda.
- Tasa de ayudas a la navegación: para todo el sistema portuario de titularidad estatal y tomando en consideración los costes directos e indirectos asociados a la dotación y adecuado mantenimiento del conjunto de instalaciones de ayuda a la navegación marítima en el litoral marítimo español, excluidas las que sirven de aproximación y accesos a los puertos y su balizamiento.

El art. 193 del R.D.L. por el que se aprueba el TRLPEMM establece el ámbito de aplicación en el que las Autoridades Portuarias exigirán la autorización de las instalaciones portuarias produciéndose éstas con el pago de las siguientes tasas:

- a) T-1: Tasa del buque.
- b) T-2: Tasa del pasaje.
- c) T-3: Tasa de la mercancía.
- d) T-4: Tasa de la pesca fresca.
- e) T-5: Tasa de las embarcaciones deportivas y de recreo.
- f) T-6: Tasa por utilización especial de la zona de tránsito.

Con el objetivo de que se pueda tomar en consideración la estructura de costes de cada Autoridad Portuaria y garantizar el principio de autosuficiencia económico-financiera en un marco de competencia leal entre puertos, cada Autoridad Portuaria podrá proponer en el marco del Plan de Empresa anual tres coeficientes correctores que se aplicarán respectivamente a las cuantías básicas de las tasas del buque (T-1), del pasaje (T-2) y de la mercancía (T-3) con los límites exigidos por el Artículo 166 del TRLPEMM

Para el cálculo de las tasas y tarifas que se cargarán en la nueva terminal se tendrán en cuenta únicamente las tasas del buque y las de la mercancía al solo presentar mercancías la línea de transporte de la terminal de estudio. Estos datos se tomarán del resumen realizado por la Autoridad Portuaria de Cartagena de “Tasas y Tarifas Portuarias en Vigor” vigente desde el 01/01/2016 (26)

#### *Tasa del buque (T-1)*

Como establece el art. 197 del R.D.L. nombrado:

“La cuota íntegra de la tasa por el acceso y estancia de los buques o artefactos flotantes en el puesto de atraque o de fondeo, en la Zona I o interior de las aguas portuarias, excepto en el caso de atraque en dique exento, será la cantidad resultante del producto de la centésima parte del arqueo bruto del buque (GT), con un mínimo de 100 GT, por el tiempo de estancia, computado en periodos de una hora o fracción con un mínimo de tres horas por escala y un máximo de 15 horas por escala cada 24 horas, y por la cantidad resultante de aplicar a la cuantía básica B, o S en el caso de transporte marítimo de corta distancia.”

Con estas especificaciones se tomará una cuantía de tasa del buque de **0,6768€ por cada 100 GT y por hora** haciendo este valor referencia a los buques atracados de costado de servicio marítimo regular (SMR), donde la carga y descarga se realiza por rodadura y, al tratarse de transporte marítimo de corta distancia, con una cuantía básica S donde el atraque no es otorgado en concesión o autorización.

Para el cálculo final se toma el arqueo bruto del buque (GT) de la ficha técnica del buque Galicia obtenida de la Naviera Suardiaz, véase *Figura 16*, (Gross Tonnage) siendo este de

16.361 GT y se toma una escala de trabajo de 8 horas por lo que la tasa total del buque será de **885,85 €**.

#### *Tasa de la mercancía (T-3)*

En esta tasa se establecen los costes por unidad de transporte embarcado o desembarcado del buque según el elemento y el modo de entrada y salida marítima. Se toman los datos facilitados por el resumen realizado por la APC teniendo en cuenta que se trata de una terminal marítima de mercancías que no está en régimen de concesión o de autorización en la que la entrada y salida marítima se realiza por carretera con la carga y descarga del buque por rodadura. La mercancía vendrá en semirremolques o remolques acompañados de cabezas tractoras por lo que se toma 3,0267€ por semirremolque o remolque y 1,0089€ por cabeza tractora. Teniendo en cuenta que la capacidad del buque es de 48 camiones la tarifa total será de **193,71€**.

Tomando ambas tarifas el coste por buque atracado con las características del utilizado en este proyecto será de 1.079,56€ por escala. Y teniendo en cuenta que las tasas portuarias son similares en ambos puertos, este coste será de **2.159,12 € por rotación**.

#### 5.2.7. Coste de la terminal

El coste del establecimiento de la terminal anual es el coste determinado en el presupuesto de la terminal que se observa en la Tabla 17 teniendo en cuenta un tiempo de amortización de 5 años y el salario del personal fijo en la terminal de 35.000 € al año por persona, 5 personas.

|                           |                   |
|---------------------------|-------------------|
| Coste constructivo        | 257.255,4         |
| Coste anual para T=5 años | 51.45108          |
| Salario trabajadores      | 175.000           |
| <b>Coste total anual</b>  | <b>226.451,08</b> |

*Tabla 17. Costes de la terminal.*

### 5.3. Costes totales y balance

Tomando los costes determinados se obtienen los costes anuales representados en la Tabla 18, teniendo en cuenta que al año se realizan 52 rotaciones. El único coste que varía dependiendo de la capacidad del buque ocupada por trayecto es la tasa referente a la mercancía, esta tasa equivale a menos del 3% del coste total por lo que no será relevante la variación de carga por ello se calcula el coste total con buque completo.

| Costes anuales €   |                      | %     |
|--------------------|----------------------|-------|
| Suelo              | 178.807,35           | 5,26  |
| Alquiler del buque | 1.125.182,501        | 33,13 |
| Pertrecho          | 245.024              | 7,21  |
| Personal           | 420.000              | 12,37 |
| Combustible        | 1.088.484,8          | 32,05 |
| Tasas portuarias   | 112.274,24           | 3,31  |
| Terminal           | 226.451,08           | 6,67  |
| <b>Coste total</b> | <b>3.396.223,971</b> | 100   |

Tabla 18. Resultado de costes totales.

Teniendo en cuenta que el precio por camión varía según la mercancía exportada en cada rotación, se ha realizado una tabla de doble entrada en la que se sitúa el porcentaje de carga que lleva el buque tanto al exportar como al importar la mercancía. En la Tabla 22 se han calculado las ganancias o pérdidas que se producirían anualmente si el trayecto por camión costase 1.000 € en ambos sentidos, en ella se observan celdas en rojo que representan a combinaciones que darían pérdidas respecto al coste total anual, celdas sin fondo que son las combinaciones que darían ganancias y celdas con fondo verde que representan las combinaciones que producirían unas ganancias de más del 10% del coste anual. Estas últimas serían las combinaciones con las que esta línea sería viable con el precio por camión determinado.

Por otro lado, si se calculase el precio del camión con el que se obtenga un beneficio del 10% frente al coste que se produce se tendría que tener en cuenta que al haber menos

importaciones que exportaciones en la nueva terminal, para que el precio sea competitivo, las importaciones tendrían que ser más baratas para así transportar más buques en el transporte Orán – Cartagena pero para que se produzca el mismo beneficio se tendrá que aumentar el precio de la exportación, ya que probablemente vaya casi al 100%, teniendo siempre en cuenta que al transportista le salga más barato que los puertos vecinos.

Teniendo en cuenta la relación entre importaciones y exportaciones entre España y Argelia de 2012 a 2016, que se observa en la Tabla 19, se puede estimar esa relación para el año 2017 y realizar, al igual que se ha hecho para calcular el número de rotaciones al año, un cálculo sencillo para ver las escalas necesarias a la semana para satisfacer las necesidades de exportar el total de mercancía estimada; así se puede calcular la capacidad del buque utilizado para las importaciones que se observa en la Tabla 20.

| Año  | Exportaciones (Tn) | Importaciones (Tn) | Imp/Exp (%) |
|------|--------------------|--------------------|-------------|
| 2011 | 3,113,836.81       | 492,371.71         | 15.81       |
| 2012 | 3,826,840.21       | 464,256.11         | 12.13       |
| 2013 | 4,634,851.28       | 357,182.55         | 7.71        |
| 2014 | 5,543,063.96       | 550,423.28         | 9.93        |
| 2015 | 4,798,672.36       | 686,918.34         | 14.31       |
| 2016 | 4,700,820.03       | 649,751.78         | 13.82       |

Tabla 19. Relación entre importaciones y exportaciones entre España y Argelia.

|                                   | Exportaciones (Tn) | Imp/Exp (%) | Importaciones (Tn) |
|-----------------------------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 2017                              | 203,313.02         | 12.29       | 24979.45           |
| Toneladas exportadas por rotación |                    |             | 480.3739825        |
| nº de camiones (54 Tn por camión) |                    |             | 9                  |
| % de buque cubierto               |                    |             | 18.53              |

Tabla 20. Cálculo del % de la capacidad del buque utilizado por trayecto importado.

También se puede determinar el coste del transporte a partir del beneficio requerido. En la Tabla 22 se observa el precio del camión por trayecto, teniendo en cuenta el mismo precio para ambos trayectos y además una rentabilidad para la naviera del 6%. Los valores sombreados en verde representan las combinaciones de ocupación del buque en las que el

precio de venta del camión es menor de 1.000 €, para poder ser competitivo con puertos cercanos.

Se debe tener en cuenta que para poder llegar a ser viable la línea Cartagena – Orán con únicamente un 10 – 20% de ocupación del buque en las importaciones el precio tendría que descender mucho para éstas y aumentar proporcionalmente para las exportaciones, lo que perjudicaría las competencias de la terminal respecto a las demás terminales mediterráneas españolas.

Estudio de viabilidad de una terminal Ro-Ro en el puerto de Cartagena

| Balance económico según la capacidad del buque utilizada por trayecto |     |                       |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|---|-----|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|   |     | % CAPACIDAD EXPORTADA |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|   |     | 10                    | 20          | 30          | 40          | 50          | 60          | 70          | 80          | 90          | 100         |
| % CAPACIDAD IMPORTADA   | 10  | -3236646.37           | -2987046.37 | -2737446.37 | -2487846.37 | -2238246.37 | -1988646.37 | -1739046.37 | -1489446.37 | -1239846.37 | -990246.368 |
|   | 20  | -2987046.37           | -2737446.37 | -2487846.37 | -2238246.37 | -1988646.37 | -1739046.37 | -1489446.37 | -1239846.37 | -990246.368 | -740646.368 |
|   | 30  | -2737446.37           | -2487846.37 | -2238246.37 | -1988646.37 | -1739046.37 | -1489446.37 | -1239846.37 | -990246.368 | -740646.368 | -491046.368 |
|   | 40  | -2487846.37           | -2238246.37 | -1988646.37 | -1739046.37 | -1489446.37 | -1239846.37 | -990246.368 | -740646.368 | -491046.368 | -241446.368 |
|   | 50  | -2238246.37           | -1988646.37 | -1739046.37 | -1489446.37 | -1239846.37 | -990246.368 | -740646.368 | -491046.368 | -241446.368 | 8153.6319   |
|   | 60  | -1988646.37           | -1739046.37 | -1489446.37 | -1239846.37 | -990246.368 | -740646.368 | -491046.368 | -241446.368 | 8153.6319   | 257753.632  |
|   | 70  | -1739046.37           | -1489446.37 | -1239846.37 | -990246.368 | -740646.368 | -491046.368 | -241446.368 | 8153.6319   | 257753.632  | 507353.632  |
|   | 80  | -1489446.37           | -1239846.37 | -990246.368 | -740646.368 | -491046.368 | -241446.368 | 8153.6319   | 257753.632  | 507353.632  | 756953.632  |
|   | 90  | -1239846.37           | -990246.368 | -740646.368 | -491046.368 | -241446.368 | 8153.6319   | 257753.632  | 507353.632  | 756953.632  | 1006553.63  |
|   | 100 | -990246.368           | -740646.368 | -491046.368 | -241446.368 | 8153.6319   | 257753.632  | 507353.632  | 756953.632  | 1006553.63  | 1256153.63  |

Tabla 21. Ganancias y pérdidas anuales tomando coste por trayecto y camión 1.000 €.

Estudio de viabilidad de una terminal Ro-Ro en el puerto de Cartagena

| Precio por camión y trayecto según la capacidad de buque utilizada para garantizar una rentabilidad del 6% |     |                       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|--|-----|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|  |     | % CAPACIDAD EXPORTADA |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|  |     | 10                    | 20      | 30      | 40      | 50      | 60      | 70      | 80      | 90      | 100     |
| % CAPACIDAD IMPORTADA  | 10  | 7211.53               | 4807.69 | 3605.77 | 2884.61 | 2403.84 | 2060.44 | 1802.88 | 1602.56 | 1442.31 | 1311.19 |
|  | 20  | 4807.69               | 3605.77 | 2884.61 | 2403.84 | 2060.44 | 1802.88 | 1602.56 | 1442.31 | 1311.19 | 1201.92 |
|  | 30  | 3605.77               | 2884.61 | 2403.84 | 2060.44 | 1802.88 | 1602.56 | 1442.31 | 1311.19 | 1201.92 | 1109.47 |
|  | 40  | 2884.61               | 2403.84 | 2060.44 | 1802.88 | 1602.56 | 1442.31 | 1311.19 | 1201.92 | 1109.47 | 1030.22 |
|  | 50  | 2403.84               | 2060.44 | 1802.88 | 1602.56 | 1442.31 | 1311.19 | 1201.92 | 1109.47 | 1030.22 | 961.54  |
|  | 60  | 2060.44               | 1802.88 | 1602.56 | 1442.31 | 1311.19 | 1201.92 | 1109.47 | 1030.22 | 961.54  | 901.44  |
|  | 70  | 1802.88               | 1602.56 | 1442.31 | 1311.19 | 1201.92 | 1109.47 | 1030.22 | 961.54  | 901.44  | 848.42  |
|  | 80  | 1602.56               | 1442.31 | 1311.19 | 1201.92 | 1109.47 | 1030.22 | 961.54  | 901.44  | 848.42  | 801.28  |
|  | 90  | 1442.31               | 1311.19 | 1201.92 | 1109.47 | 1030.22 | 961.54  | 901.44  | 848.42  | 801.28  | 759.11  |
|  | 100 | 1311.19               | 1201.92 | 1109.47 | 1030.22 | 961.54  | 901.44  | 848.42  | 801.28  | 759.11  | 721.15  |

Tabla 22. Precio por camión para garantizar una rentabilidad del 6%.

## 6. Conclusión

Este estudio ha servido para evaluar la viabilidad de la colocación de una terminal ro-ro en el Puerto de Cartagena.

Teniendo en cuenta las escasas importaciones que se producirían en la línea de estudio, Cartagena – Orán, al haber calculado que las importaciones totales representan menos del 20% de la capacidad total de buque, se deduce que la colocación de una nueva terminal ro-ro exclusivamente para la implantación de una nueva línea Argelia – Cartagena no es viable económicamente por el balance negativo que produce unas importaciones tan reducidas.

Una posible solución sería la de utilizar la nueva terminal ro-ro como escala de una línea entre España y Argelia, como podría ser una línea Barcelona – Orán por la costa mediterránea española que hiciera escala en Cartagena y así poder exportar parte de la mercancía de la zona de influencia de la nueva terminal a través de esa línea y que se produjera lo mismo con las importaciones, suponiendo esto una nueva hipótesis de estudio para un futuro proyecto.

## 7. Bibliografía

1. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. [En línea] <http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/transporte.aspx>.
2. Puertos del Estado. Puertos del Estado. [En línea] <http://www.puertos.es/es-es/TransporteMaritimoCorta%20Distancia/Paginas/Asociación-Española-de-Promoción-TMCD.aspx>.
3. Short Sea Shipping España. [En línea] <http://www.shortsea.es/index.php/iquienes-somos/definicion-sss>.
4. Fomento, Ministerio de. *Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte* . 2005.
5. Estado, Puertos del. Observatorio de Puertos del Estado. [En línea] Septiembre de 2015.  
[http://observatorio.puertos.es/DOC\\_PUBLICOS/Estudio%20de%20la%20cadena%20de%20costes%20del%20tr%C3%A1fico%20de%20carga%20rodada%20en%20terminales%20espa%C3%B1olas%20\(2015\)%20F.pdf](http://observatorio.puertos.es/DOC_PUBLICOS/Estudio%20de%20la%20cadena%20de%20costes%20del%20tr%C3%A1fico%20de%20carga%20rodada%20en%20terminales%20espa%C3%B1olas%20(2015)%20F.pdf).
6. Transportes, Comisión Europea. Dirección General de Movilidad y. Libro Blanco de la Comisión Europea. [En línea] 28 de Marzo de 2011.  
[https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/strategies/doc/2011\\_white\\_paper/white-paper-illustrated-brochure\\_es.pdf](https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white-paper-illustrated-brochure_es.pdf).
7. ICEX, Secretaría de Estado de Comercio. Red de Oficinas Económicas y Comerciales de España en el Exterior. *Noticia Argelia*. [En línea] <http://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/paises/navegacion-principal/noticias/NEW2016630033.html?idPais=DZ>.

8. ICEX. Estudios de Mercado. [En línea] Febrero de 2015. [http://www.ivace.es/Internacional\\_Informes-Publicaciones/Pa%C3%ADses/Argelia/Argeliatransporteicex2015.pdf](http://www.ivace.es/Internacional_Informes-Publicaciones/Pa%C3%ADses/Argelia/Argeliatransporteicex2015.pdf).
9. Complexity, The Observatory of Economic. [En línea] <http://atlas.media.mit.edu/en/profile/country/dza/>.
10. Cooperación, Oficina de Información Diplomática del Ministerio de Asuntos Exteriores y de. Ficha país. Argelia. [En línea] Junio de 2017. [http://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/ARGELIA\\_FICHA%20PAIS.pdf](http://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/ARGELIA_FICHA%20PAIS.pdf).
11. Europea, Diario Oficial de la Unión. Acuerdo Euromediterráneo. [En línea] 10 de Octubre de 2005. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:265:0002:0228:ES:PDF>.
12. *Tratado de Amistad y Buena Venidad y Cooperación entre el Reino de España y la República Argelina Democrática y Popular*. 2002.
13. Argel, Oficina Económica y Comercial de España en. Informe Económico y Comercial de Argelia. [En línea] Enero de 2017. <http://www.comercio.gob.es/tmpDocsCanalPais/F89625A12EF2945A8CB417D01B2B29D6.pdf>.
14. Distancia, Asociación Española de Promoción del Transporte Marítimo de Corta. Observatorio Estadístico del Transporte Marítimo de Corta Distancia en España 2009 - 2016. [En línea] 2016. [http://www.shortsea.es/images/PDF/Observatorio/OBSERV.ESTADISTICO2009\\_2016.pdf](http://www.shortsea.es/images/PDF/Observatorio/OBSERV.ESTADISTICO2009_2016.pdf).
15. Comercio, Secretaría de Estado de. Red de Direcciones Territoriales y Provinciales de Comercio. *Informe Mensual de Comercio Exterior de Castilla la Mancha*. [En línea] 2016. <http://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/que-es-icex/donde-estamos/red->

territorial-de-comercio/navegacion-principal/informes-y-documentos/DOC2016653946.html?idComunidad=11.

16. Europea, Diario Oficial de la Unión. Reglamento (CE) nº 561/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo. [En línea] 15 de Marzo de 2006. <https://www.boe.es/doue/2006/102/L00001-00013.pdf>.

17. Fomento, Ministerio de. Observatorio de Costes del Transporte de Mercancías por Carretera. [En línea] Abril de 2017. <https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/BD3CC9CE-76DE-4CDA-8EB4-0326EFDB3831/143638/ObservatorioCostesabril2017.pdf>.

18. España, Short Sea Shipping. Simulador de cadenas de transporte. [En línea] <http://simulador.shortsea.es/simulador.aspx>.

19. Cataluña., Grupo de investigación TRANSMAR. Universidad Politécnica de. *Análisis de los buques dedicados al Transporte Marítimo de Corta Distancia internacional en España.*

20. Suardiaz, Naviera. Ficha técnica buque GALICIA Flota Suardiaz, S.L. [En línea] [http://docs.wixstatic.com/ugd/0d6bdb\\_b01e16071c6edfe8953a3de13d28f447.pdf](http://docs.wixstatic.com/ugd/0d6bdb_b01e16071c6edfe8953a3de13d28f447.pdf).

21. Estado, Puertos del. ROM 2.0-11. Recomendaciones para el proyecto y ejecución de Obras de Atraque y Amarre. [En línea] <http://www.puertos.es/es-es/BibliotecaV2/ROM%202.0-11.pdf>.

22. Cartagena, Autoridad Portuaria de. *Pavimentación del Muelle Isaac Peral en la Dársena de Escombreras.* 2014. Proyecto constructivo.

23. —. *Tasas de ocupación.*

24. Estado, Puertos del. *Estudio de cadena de costes del tráfico de carga rodada en terminales españolas*. 2015.

25. Fomento, Ministerio de. *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*.

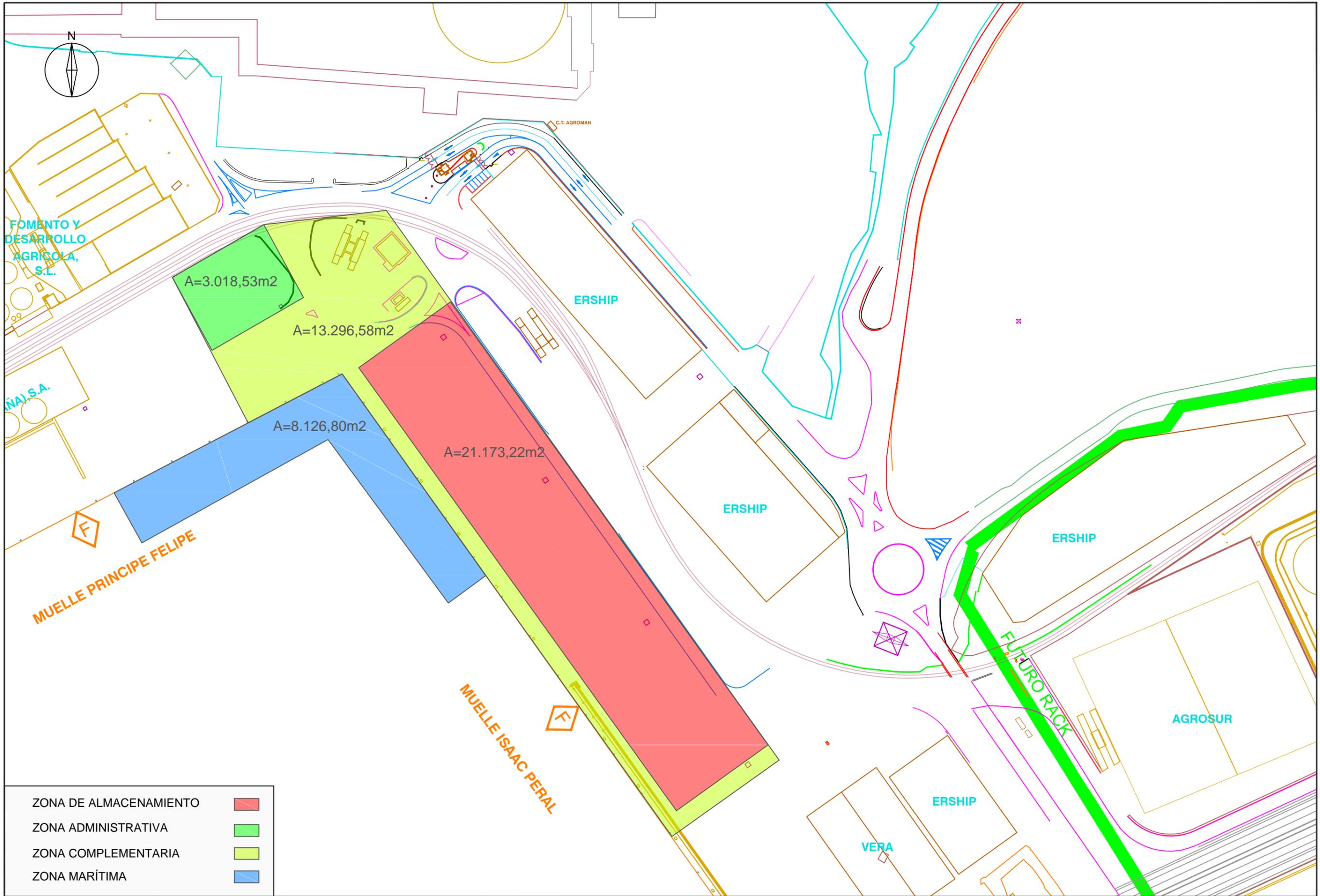
26. Cartagena, Autoridad Portuaria de. *Tasas y tarifas portuarias en vigor*. 2016.

27. Estado, Puertos del. *ROM 0.2-90 Acciones en el proyecto de obras marítimas y portuarias*.

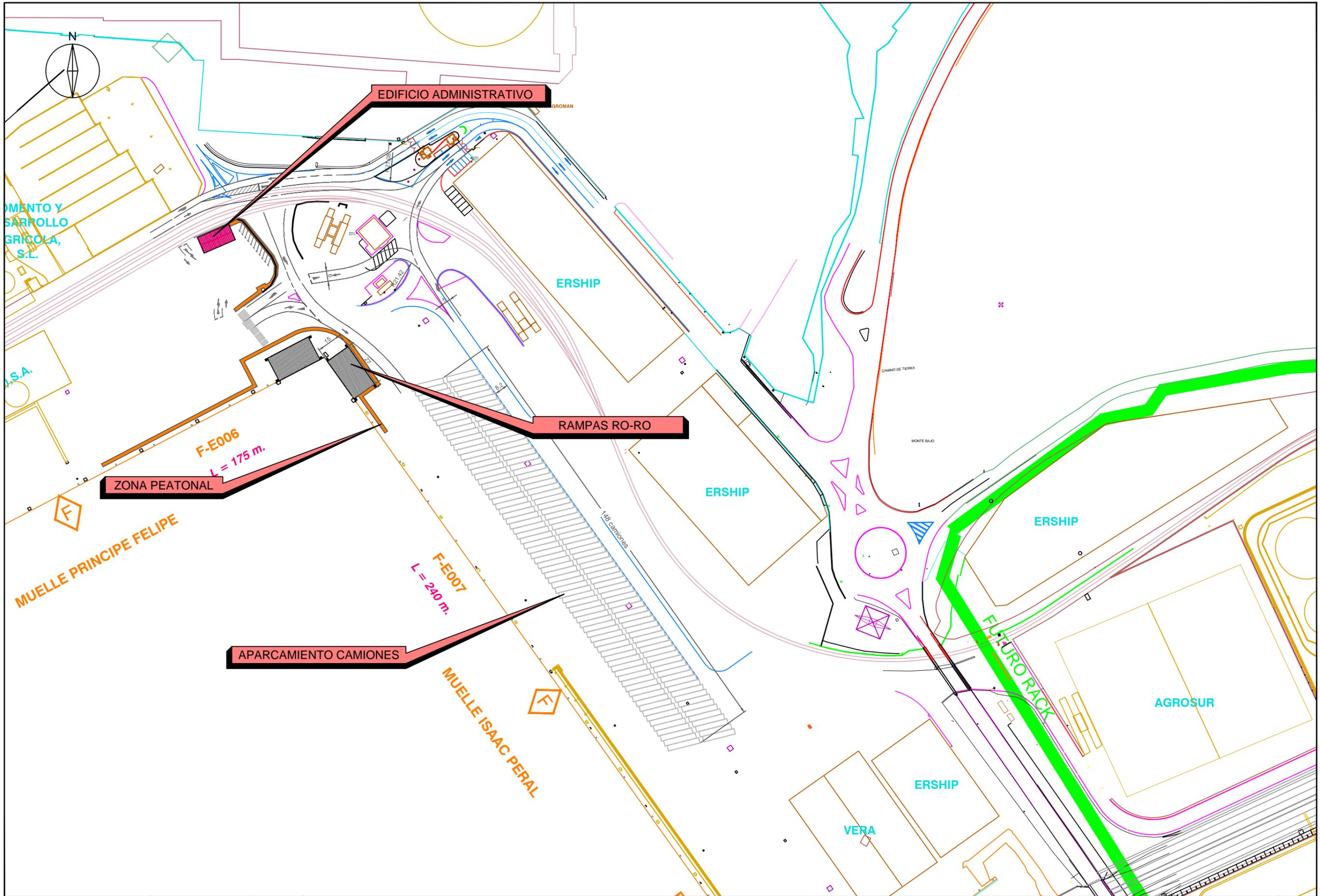
# ANEJO N°1 PLANOS

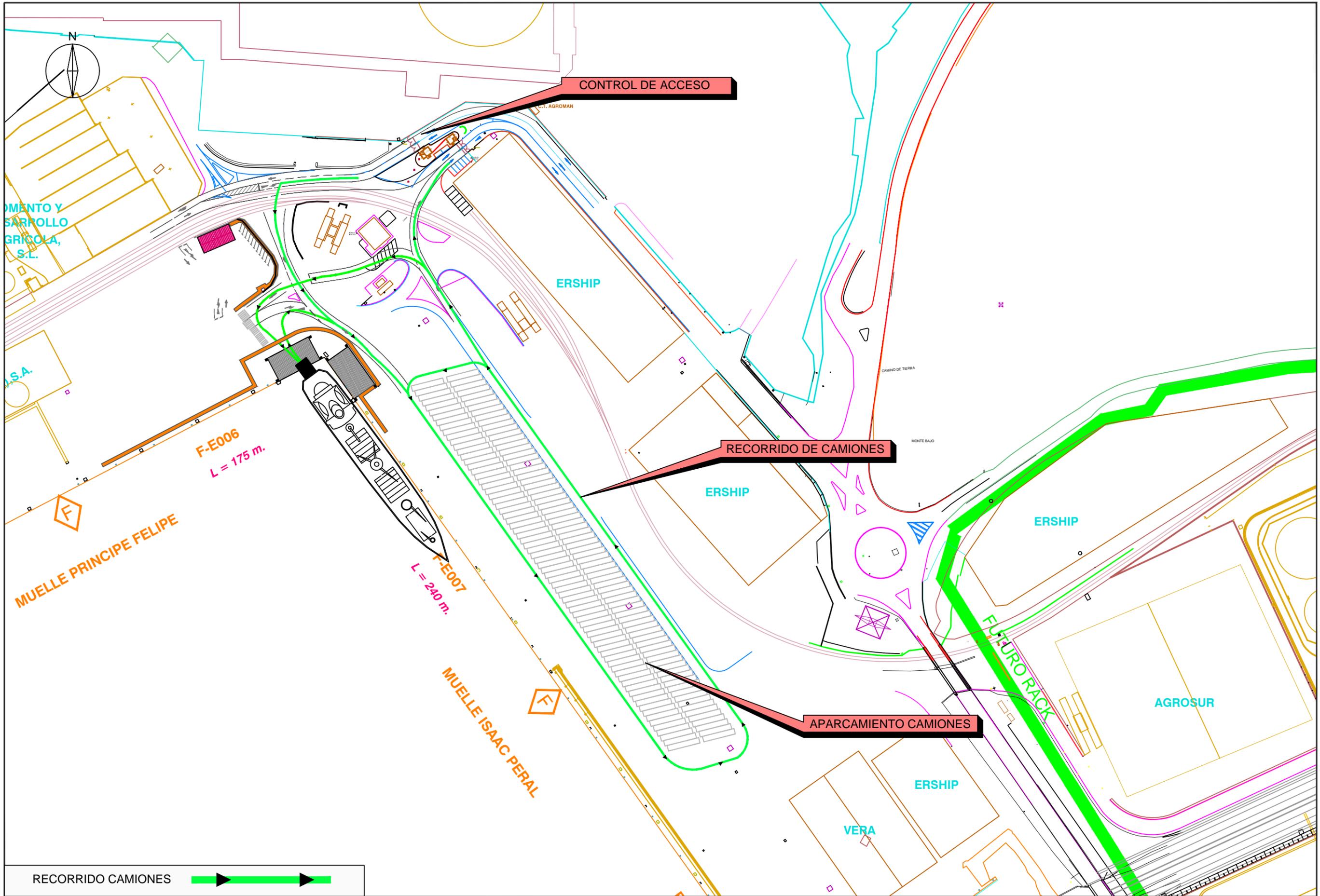
ANEJO N°1 – PLANOS

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| P.1. Planta actual .....           | 90 |
| P.2. Plan de actuación .....       | 91 |
| P.3. Circulación rampa Oeste ..... | 92 |
| P.4. Circulación rampa Este .....  | 93 |

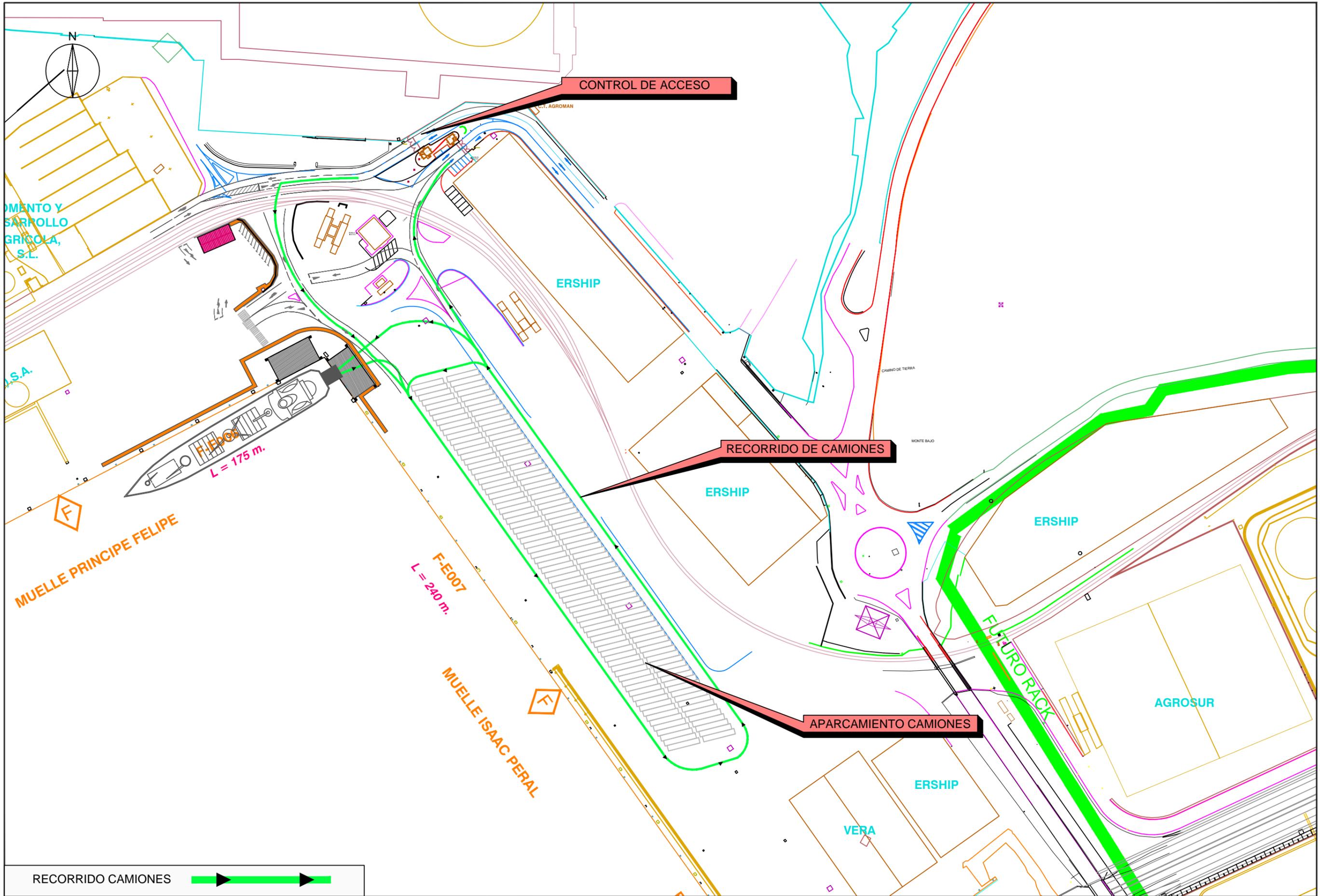


|                        |  |
|------------------------|--|
| ZONA DE ALMACENAMIENTO |  |
| ZONA ADMINISTRATIVA    |  |
| ZONA COMPLEMENTARIA    |  |
| ZONA MARÍTIMA          |  |





RECORRIDO CAMIONES 



RECORRIDO CAMIONES

# ANEJO N°2 PRESUPUESTO

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto de una Terminal Ro-Ro en el Muelle Isaac Peral

| CÓDIGO   | RESUMEN  | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE          |
|--|--|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|------------------|
| <b>CAPÍTULO 01 Demolición y movimiento de tierras</b>            |  |     |          |         |        |           |          |        |                  |
| 01.01  | <b>m<sup>2</sup> Demolición del pavimento</b>  |     |          |         |        |           |          |        |                  |
|  | Demolición de pavimento exterior de hormigón armado, mediante retroexcavadora con martillo rompedor, y carga mecánica sobre camión o contenedor. Excavación para explanación en terrenos compactados hasta 1,5 m de profundidad, por medios mecánicos y manuales, demolición de pavimento de hormigón armado mediante retroexcavadora con martillo rompedor, carga mecánica sobre camión o contenedor. |     |          |         |        |           |          |        |                  |
|  |  | 2   | 27,00    | 15,00   |        | 810,00    |          |        |                  |
|  |  |     |          |         |        |           | 810,00   | 17,09  | 13.842,90        |
| 01.02  | <b>m<sup>2</sup> Escarificado superficial del terreno</b>  |     |          |         |        |           |          |        |                  |
|  |  | 2   | 27,00    | 15,00   |        | 810,00    |          |        |                  |
|  |  |     |          |         |        |           | 810,00   | 0,16   | 129,60           |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 01 Demolición y movimiento de tierras.....</b> |  |     |          |         |        |           |          |        | <b>13.972,50</b> |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## Presupuesto de una Terminal Ro-Ro en el Muelle Isaac Peral

| CÓDIGO   | RESUMEN  | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE          |  |
|--|--|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|------------------|--|
| <b>CAPÍTULO 02 Firmes y pavimentos</b>               |  |     |          |         |        |           |          |        |                  |  |
| <b>SUBCAPÍTULO 02.01 Bases y subbases</b>            |  |     |          |         |        |           |          |        |                  |  |
| 02.01.01   | <p><b>m<sup>2</sup> Base de hormigón armado de 32 cm de espesor</b></p> <p>Formación de base de hormigón armado de 32 cm de espesor, con juntas, realizada con hormigón HA-40/B/20/IIIa+E fabricado en central con Distintivo de calidad Oficialmente Reconocido (D.O.R.), con aditivo hidrófugo, y vertido desde dumper, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, con acabado maestreado, para su posterior uso como soporte de pavimento; apoyada sobre capa base existente (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie de apoyo del hormigón, extendido y vibrado del hormigón mediante regla vibrante y formación de juntas de construcción; emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sífonicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo la solera, y curado del hormigón.</p> <p>Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón, comprobando la densidad y las rasantes. Replanteo de las juntas de construcción y de dilatación. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de construcción y de juntas de dilatación. Colocación de la malla electrosoldada con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p> | 2   | 27,00    | 15,00   | 0,32   | 259,20    |          |        |                  |  |
|  |  |     |          |         |        |           | 259,20   | 45,69  | 11.842,85        |  |
| 02.01.02   | <p><b>m<sup>2</sup> Subbase granular con zahorra artificial</b></p> <p>Formación de subbase granular con zahorra artificial caliza, y compactación al 100% del Proctor Modificado con medios mecánicos, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al al 100% del Proctor Modificado de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501 (ensayo no incluido en este precio), para mejora de las propiedades resistentes del terreno. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.</p> <p>Incluye: Transporte y descarga del material a pie de tajo. Extendido del material en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre los planos de perfiles transversales del Proyecto, que definen el movimiento de tierras a realizar en obra.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>  | 2   | 27,00    | 15,00   | 0,32   | 259,20    |          |        |                  |  |
|  |  |     |          |         |        |           | 259,20   | 31,25  | 8.100,00         |  |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 Bases y subbases.....</b> |  |     |          |         |        |           |          |        | <b>19.942,85</b> |  |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## Presupuesto de una Terminal Ro-Ro en el Muelle Isaac Peral

| CÓDIGO  | RESUMEN  | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE          |
|---|--|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|------------------|
| <b>SUBCAPÍTULO 02.02 Bordes y límites de pavimentos</b> |  |     |          |         |        |           |          |        |                  |
| 02.02.01  | <b>Bordillos recto de hormigón</b>   |     |          |         |        |           |          |        |                  |
|   | <p>Suministro y colocación de piezas de bordillo recto de hormigón, monocapa, con sección normalizada peatonal A1 (20x14) cm, clase climática B (absorción &lt;=6%), clase resistente a la abrasión H (huella &lt;=23 mm) y clase resistente a flexión S (R-3,5 N/mm<sup>2</sup>), de 50 cm de longitud, según UNE-EN 1340 y UNE 127340, colocadas sobre base de hormigón no estructural (HNE-20/P/20) de espesor uniforme de 20 cm y 10 cm de anchura a cada lado del bordillo, vertido desde camión, extendido y vibrado con acabado maestreado, según pendientes del proyecto y colocado sobre explanada con índice CBR &gt; 5 (California Bearing Ratio), no incluida en este precio; posterior rejuntado de anchura máxima 5 mm con mortero de cemento, industrial, M-5. Incluso p/p de topes o contrafuertes de 1/3 y 2/3 de la altura del bordillo, del lado de la calzada y al dorso respectivamente, con un mínimo de 10 cm, salvo en el caso de pavimentos flexibles.</p> <p>Incluye: Replanteo de alineaciones y niveles. Vertido y extendido del hormigón en cama de apoyo. Colocación, recibido y nivelación de las piezas, incluyendo topes o contrafuertes. Relleno de juntas con mortero de cemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto tanto para separación de camino peatonal como para el cambio de forma de la superficie de control de la terminal.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p> |     |          |         |        |           |          |        |                  |
|   | Bordillo separador de zona de peatones   | 1   | 650,000  |         |        | 650,000   |          |        |                  |
|   | Superficie de control  | 1   | 35,000   |         |        | 35,000    |          |        |                  |
|   |  |     |          |         |        |           | 685,00   | 22,24  | 15.234,40        |
|   | <b>TOTAL SUBCAPÍTULO 02.02 Bordes y límites de pavimentos...</b>   |     |          |         |        |           |          |        | <b>15.234,40</b> |
| <b>SUBCAPÍTULO 02.03 Señalización viaria horizontal</b> |  |     |          |         |        |           |          |        |                  |
| 02.03.01  | <b>m Marca vial longitudinal continua de 15 cm de anchura</b>  |     |          |         |        |           |          |        |                  |
|   | <p>Aplicación mecánica con máquina autopropulsada de pintura acrílica color blanco, acabado satinado, textura lisa, para marca vial longitudinal continua, de 15 cm de anchura, para bordes de calzada y delimitación de zonas o plazas de aparcamiento. Incluso microesferas de vidrio, para conseguir efecto retrorreflectante en seco y con humedad o lluvia.</p> <p>Incluye: Barrido mediante barredora mecánica. Premarcaje. Aplicación mecánica de la mezcla mediante pulverización.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, a cinta corrida, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>  |     |          |         |        |           |          |        |                  |
|   |  | 1   | 994,85   |         |        | 994,85    |          |        |                  |
|   |  |     |          |         |        |           | 994,85   | 0,99   | 984,90           |
| 02.03.02  | <b>m Marca vial longitudinal discontinua de 15 cm de anchura</b>   |     |          |         |        |           |          |        |                  |
|   | <p>Aplicación mecánica con máquina autopropulsada de pintura acrílica color blanco, acabado satinado, textura lisa, para marca vial longitudinal discontinua, de 15 cm de anchura, para bordes de calzada y delimitación de zonas o plazas de aparcamiento. Incluso microesferas de vidrio, para conseguir efecto retrorreflectante en seco y con humedad o lluvia.</p> <p>Incluye: Barrido mediante barredora mecánica. Premarcaje. Aplicación mecánica de la mezcla mediante pulverización.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, a cinta corrida, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>   |     |          |         |        |           |          |        |                  |
|   |  | 1   | 383,26   |         |        | 383,26    |          |        |                  |
|   |  |     |          |         |        |           | 383,26   | 0,78   | 298,94           |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## Presupuesto de una Terminal Ro-Ro en el Muelle Isaac Peral

| CÓDIGO   | RESUMEN   | UDS  | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE         |
|--|---|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
| 02.03.03   | <p><b>m Marca vial transversal discontinua de 40 cm de anchura</b></p> <p>Aplicación mecánica con máquina autopropulsada de pintura acrílica color blanco, acabado satinado, textura lisa, para marca vial transversal discontinua, de 40 cm de anchura, para línea de ceda el paso. Incluso microesferas de vidrio, para conseguir efecto retrorreflectante en seco y con humedad o lluvia.</p> <p>Incluye: Barrido mediante barredora mecánica. Premarcaje. Aplicación mecánica de la mezcla mediante pulverización.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, a cinta corrida, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>   | 1    | 25,55    |         |        | 25,55     |          |        |                 |
|  |   |      |          |         |        |           | 25,55    | 1,89   | 48,29           |
| 02.03.04   | <p><b>m Marca vial continua de estacionamientos de 15 cm de anchura</b></p> <p>Aplicación mecánica con máquina autopropulsada de pintura acrílica color blanco, acabado satinado, textura lisa, para marca vial de estacionamiento continua, de 15 cm de anchura, para bordes de calzada y delimitación de zonas o plazas de aparcamiento. Incluso microesferas de vidrio, para conseguir efecto retrorreflectante en seco y con humedad o lluvia.</p> <p>Incluye: Barrido mediante barredora mecánica. Premarcaje. Aplicación mecánica de la mezcla mediante pulverización.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, a cinta corrida, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p> |      |          |         |        |           |          |        |                 |
|  | Aparcamiento para camiones  | 148  | 44,80    |         |        | 6.630,40  |          |        |                 |
|  | Aparcamiento complementario   | 6,16 | 11,00    |         |        | 67,76     |          |        |                 |
|  |   |      |          |         |        |           | 6.698,16 | 0,99   | 6.631,18        |
| 02.03.05   | <p><b>m<sup>2</sup> Marcado de flechas e inscripciones en viales</b></p> <p>Aplicación mecánica con máquina autopropulsada de pintura acrílica color blanco, acabado satinado, textura lisa, para marcado de flechas e inscripciones en viales. Incluso microesferas de vidrio, para conseguir efecto retrorreflectante en seco y con humedad o lluvia.</p> <p>Incluye: Barrido mediante barredora mecánica. Premarcaje. Aplicación mecánica de la mezcla mediante pulverización.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente fresada según especificaciones de Proyecto.</p>  |      |          |         |        |           |          |        |                 |
|  | Paso de peatones. Marcas longitudinales   | 24   | 2,00     |         |        | 48,00     |          |        |                 |
|  | Paso de peatones. Marcas transversales  | 2    | 5,00     | 0,50    |        | 5,00      |          |        |                 |
|  | Ceda el paso  | 5    | 1,43     |         |        | 7,15      |          |        |                 |
|  | Dirección: Derecha/Izquierda  | 4    | 1,50     |         |        | 6,00      |          |        |                 |
|  | Dirección: Recto  | 7    | 1,80     |         |        | 12,60     |          |        |                 |
|  | Dirección: Recto + Derecha/Izquierda  | 4    | 2,18     |         |        | 8,72      |          |        |                 |
|  |   |      |          |         |        |           | 87,47    | 6,45   | 564,18          |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO 02.03 Señalización viaria horizontal.....</b> |   |      |          |         |        |           |          |        | <b>8.527,49</b> |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto de una Terminal Ro-Ro en el Muelle Isaac Peral

| CÓDIGO                                   | RESUMEN  | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE          |
|--|--|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|------------------|
| <b>SUBCAPÍTULO 02.04 Camino peatones</b> |  |     |          |         |        |           |          |        |                  |
| 02.04.01                                 | <b>m<sup>2</sup> Pintura peatonal</b>  |     |          |         |        |           |          |        |                  |
|  | Aplicación mecánica con máquina autopulsada de pintura acrílica color granate, acabado satinado, textura lisa.     |     |          |         |        |           |          |        |                  |
|  | Incluye: Barrido mediante barredora mecánica. Premarraje. Aplicación mecánica de la mezcla mediante pulverización. |     |          |         |        |           |          |        |                  |
|  | Criterio de medición de proyecto: Área medida según documentación gráfica de Proyecto.                             |     |          |         |        |           |          |        |                  |
|  |  | 1   | 677,00   |         |        | 677,00    |          |        |                  |
|  |  |     |          |         |        |           | 677,00   | 6,45   | 4.366,65         |
|  | <b>TOTAL SUBCAPÍTULO 02.04 Camino peatones.....</b>  |     |          |         |        |           |          |        | <b>4.366,65</b>  |
|  | <b>TOTAL CAPÍTULO 02 Firmes y pavimentos.....</b>  |     |          |         |        |           |          |        | <b>48.071,39</b> |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto de una Terminal Ro-Ro en el Muelle Isaac Peral

| CÓDIGO   | RESUMEN  | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE         |
|--|--|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
| <b>CAPÍTULO 03 Gestión de residuos</b>                             |  |     |          |         |        |           |          |        |                 |
| <b>SUBCAPÍTULO 03.01 Transporte de residuos inertes con camión</b> |  |     |          |         |        |           |          |        |                 |
| 03.01.01   | <b>m³ Canon de vertido por entrega de residuos inertes de hormigones</b>   |     |          |         |        |           |          |        |                 |
|  | Canon de vertido por entrega de residuos inertes de hormigones, morteros y prefabricados producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Sin incluir el transporte. |     |          |         |        |           |          |        |                 |
|  | Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, estimado a partir del peso y la densidad aparente de los diferentes materiales que componen los residuos, según documentación gráfica de Proyecto.  |     |          |         |        |           |          |        |                 |
|  | Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de residuos realmente entregado según especificaciones de Proyecto.   |     |          |         |        |           |          |        |                 |
|  |  | 2   | 27,00    | 15,00   | 1,50   |           | 1.215,00 |        |                 |
|  |  |     |          |         |        |           | 1.215,00 | 7,67   | 9.319,05        |
|  | <b>TOTAL SUBCAPÍTULO 03.01 Transporte de residuos inertes</b>  |     |          |         |        |           |          |        | <b>9.319,05</b> |
|  | <b>TOTAL CAPÍTULO 03 Gestión de residuos</b> .....   |     |          |         |        |           |          |        | <b>9.319,05</b> |

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto de una Terminal Ro-Ro en el Muelle Isaac Peral

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|---------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|---------|
|--------|---------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|---------|

## CAPÍTULO 04 Construcción de arquitectura no residencial

07.01

### Construcción de 200 m2 de arquitectura no residencial

Construcción de 200 metros cuadrados de edificación no residencial en la zona portuaria con uso administrativo, con un precio de 500€/m2 tomando un precio similar al del colegio de arquitectos de la Región de Murcia en el año 2006. Añadiendo a este precio un 15% por ejecución material.

|   |  |  |  |  |  |  |        |        |                   |
|---|--|--|--|--|--|--|--------|--------|-------------------|
|   |  |  |  |  |  |  | 200,00 | 575,00 | 115.000,00        |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 04 Construcción de arquitectura no residencial.....</b> |  |  |  |  |  |  |        |        | <b>115.000,00</b> |
| <b>TOTAL.....</b>   |  |  |  |  |  |  |        |        | <b>186.362,94</b> |

# RESUMEN DE PRESUPUESTO

## Presupuesto de una Terminal Ro-Ro en el Muelle Isaac Peral

| CAPITULO                          | RESUMEN  | EUROS             | %     |
|-----------------------------------|--|-------------------|-------|
| 01                                | Demolición y movimiento de tierras.....          | 13.972,50         | 7,50  |
| 02                                | Firmes y pavimentos.....                         | 48.071,39         | 25,79 |
| 03                                | Gestión de residuos.....                         | 9.319,05          | 5,00  |
| 04                                | Construcción de arquitectura no residencial..... | 115.000,00        | 61,71 |
| <b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>   |  | <b>186.362,94</b> |       |
|                                   | 13,00% Gastos generales.....                     | 24.227,18         |       |
|                                   | 6,00% Beneficio industrial.....                  | 11.181,78         |       |
|                                   | SUMA DE G.G. y B.I.                              | 35.408,96         |       |
|                                   | 16,00% I.V.A.....                                | 35.483,50         |       |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b> |  | <b>257.255,40</b> |       |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>  |  | <b>257.255,40</b> |       |

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

Cartagena, a 20 de septiembre de 2017.