

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA**  
**DEPARTAMENT DE CIÈNCIA I ENGINYERIA NÀUTIQUES**



Departament de Ciència  
i Enginyeria Nàutiques

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

**Short Sea Shipping efficiency  
analysis considering high-speed  
craft as an alternative to road  
transport in SW Europe**

***Thesis***

***PhD Student: Marcel·la Castells i Sanabra***

***Thesis supervisor: Francesc Xavier Martínez de Osés***

***March 2009***

## **Agradecimientos**

Ahora que este proyecto de tesis doctoral llega a su culminación, es de justicia reconocer la imprescindible ayuda prestada por el director de la misma, el doctor Francesc Xavier Martínez de Osés, quien en todo momento me ha ofrecido su tiempo, adecuadas indicaciones, sugerencias y consejos para el buen desarrollo y la consecución del presente trabajo.

Pero, de una manera especial, me gustaría dejar constancia y recordar con afecto, a la persona que me animó a comenzar y me dio todo su apoyo durante los primeros trabajos para la realización de esta tesis doctoral. Fue mi primer director, el doctor Joan Olivella i Puig que, a pesar de que ya no está entre nosotros, si estará siempre en mi memoria.

Finalmente, gracias a Raül, y a mi familia y amigos, por toda la paciencia que durante el tiempo de dedicación a los trabajos de investigación y redacción, de los que emana la tesis, me han atendido y animado.



En record del meu primer director de tesis, en Joan Olivella Puig.



## 9 Bibliografía

- [1] British Admiralty. (1985). *Irish Sea Pilot book*. NP 40 12<sup>th</sup>. Ed. Sea and swell part 1. 144.
- [2] Burgess. (1963). *Meteorology for seamen*. Glasgow: Brown, son & Ferguson Ltd. Glasgow, p.70.
- [3] Baird, A.J. et al. (2003). *UK Marine Motorways Study*. Napier University, Heriot-Watt University and Industry Partners. Summary Final Report.
- [4] Cain, C. (2000). *Wake/Wash – An operator viewpoint-passage plans & risk assessment*. International Conference on Hydrodynamics of High-Speed Craft: Wake Wash & Motions Control. London, United Kingdom.
- [5] Carlier, M. (2004). *Las autopistas del mar: una reflexión de la asociación española de promoción del transporte marítimo de corta distancia*. Jornadas sobre las Autopistas del Mar en el Mediterráneo. Algeciras, Spain.
- [6] Chesneau, L.S. ; Carr, M. (2000). *Waves and the mariner*. Mariner's weather log. Vol.44 no.3. US Department of Commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration. Silver Spring.
- [7] Conference on Marine Vessels and air Quality. (2001). San Francisco – CA. ABS.
- [8] Department of the Environment, Transport and the Regions. (1998). *M.V.Derbyshire Surveys*. UK/EC Assessors Report. A summary. London, United Kingdom.
- [9] ExterneE Project, Externalities of Energy, Methodology. (2005 Update). Directorate-General for Research Sustainable Energy Systems European Commission. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung — IER, Universität Stuttgart, Germany.
- [10] Floedstroem, E. (1997). *Energy and emissions factors for ships in operation*. KFB Rep. Swedish Transport and Comm. Res. Board. Swedish Maritime Administration & Mariterm AB. Gothenburg, Sweden.
- [11] Gommers, A. et al. (2007). *Monitoring Programme on air pollution from sea-going vessels (MOPSEA). Resource Analysis NV*. Scientific Support Plan for a Sustainable Development Policy (SPSD II), Final Report. Publisher by the Belgian Science Policy. Brussels, Belgium. Disponible en: <http://www.belspo.be>.
- [12] Harrison, D. et al. (2004). *Evaluation of the feasibility of alternative market – based mechanisms to promote low-emission shipping in Europe Union sea areas*. Nera Economic Consulting. Final Report. London, United Kingdom.
- [13] Kotsch, W.J; Henderson, R. (1984). *Heavy weather guide*. Second Edition. S Naval Institute Press. Annapolis, Maryland. ISBN 0-87021-752-6.

- [14] León, A.; Romero, R. (2004). *Logística del transporte marítimo. Manual de procesos para la gestión logística en el transporte marítimo y el entorno portuario*. LogisBook. Barcelona, Spain. ISBN: 84-86684-20-X.
- [15] Lewis, E.V. (ed.). (1989). *Principles of Naval Architecture*. 2<sup>nd</sup> Rev. Society of Naval Architects. New York, USA. ISBN: 0939773007.
- [16] Lloyd, A.R.J.M. (1989). *Seakeeping: ship behavior in rough weather*. RPM Reprographics, Chichester, Sussex, UK Book. ISBN: 0470212322.
- [17] Lloyd, M.; Vassallo, W. (2005). *Realise Project: Regional Action for Logistical Integration of Shipping across Europe*. WP 3 – Environmental Impact Analyses. Final Report. Disponible en: <http://www.realise-sss.org>.
- [18] López Pita, A. (2003). *Transporte marítimo y ferrocarril*. Edicions UPC, Colección temas de transporte y territorio. Barcelona, Spain. ISBN: 9788483017319.
- [19] Marcet i Barbe, R.; Brebbia, C.A.; Olivella, J. (2005). *Maritime heritage and modern ports*. Wessex Institute of Technology Press. Southampton, United Kingdom. ISBN: 1845640101.
- [20] Marchant, C. (2002). *The effect of supply chain structure on the potential for modal shift. Evidence from the UK Marine Motorways Study*. Disponible en: [www.sml.hw.ac.uk](http://www.sml.hw.ac.uk).
- [21] Marintek et al. (2000). *Study of greenhouse gas emissions from ships*. Final Report to the International Maritime Organization.
- [22] Martínez de Osés, F.X.; Castells, M. (2007). *Analysis of the environment efficiency on the different typology of high-speed ships in short sea shipping lines against their alternative on road*. Research group TRANSMAR, Department of Nautical Science and Engineering, UPC. Barcelona, Spain.
- [23] Meyer, P. (1973). *Probabilidad y aplicaciones estadísticas*. Addison Wesley, Fondo Educativo Interamericano, S.A. ISBN: 9684442211.
- [24] Ministerio de Fomento. (2002). *Informe sobre el cabotaje comunitario o transporte marítimo de corta distancia*. Documento para el consejo informal de ministros de transportes de la Unión Europea. Gijón, Spain.
- [25] Musso, E. et al. (2004). *Gestión portuaria y tráfico marítimos*. Estudios marítimos. Madrid, Spain. ISBN: 9788497450782.
- [26] National ports and waterways institute, Louisiana State University. (2002). *High Speedy ferries and coastwise vessels: evaluation of parameters and markets for application*. Center for commercial Deployment of Transportation Technologies. Public report.
- [27] National ports and waterways institute, Louisiana State University. (2002). *High-Speed ferries and coastwise vessels: evaluation of parameters and markets for application*. Center for commercial Deployment of Transportation Technologies. Public report.
- [28] NEA Institute. (2006). *Short Sea Shipping study*. Netherlands.

- [29] NERA. (2004). *Evaluation of the feasibility of alternative market-based mechanisms to promote low-emission shipping in European Union Sea Areas*. Final Report. Disponible en: [www.nera.com](http://www.nera.com).
- [30] Olivella, J. et al. (2006). *Las autopistas del mar como alternativa al tráfico de los Pirineos*. Barcelona Digital, S.L. Barcelona, Spain. ISBN: 847653874X.
- [31] Olivella, J. et al. (2005). *Intermodalidad entre España y Europa, el Proyecto INECEU*. Barcelona Digital, S.L. Barcelona, Spain.
- [32] Recordit Project. REal COst Reduction of Door-to-door Intermodal Transport. (2001). Supported by de Commission of the European Communities. DGVII. R&DProjecte, Integrated Transport Chains. Disponible en: [www.recordit.org](http://www.recordit.org).
- [33] Romero, R. (2002). *El transporte marítimo. Introducción a la gestión del transporte marítimo*. LogisBook. Barcelona, Spain. ISBN: 9788486684150.
- [34] Sandvik, E. (2005). *Environmental impacts of intermodal freight transport*. Report 0513, Moreforskning Molde AS. ISBN 8278300852.
- [35] SENER. (2006). *El Transport Marítim de curta distància a Catalunya*. Estudi Llotja d'Infraestructures i Territori de la Cambra de Comerç de Barcelona.
- [36] Short Sea Shipping. (2004). *Dos años de promoción activa del Short Sea Shipping en España*. Infomarine.
- [37] Shortsea Promotion Center. (2003). *Tipología y volumen de las mercancías captables por el transporte marítimo de corta distancia*. SENER.
- [38] Winther W. (2007). *Fuel consumption and emissions from navigation in Denmark from 1990-2005 and projections from 2006-2030*. NERI Technical Report No. 650. University of Aarhus, Denmark.

## 9.1 Hemerografía

- [39] *Algeciras sienta las bases para el desarrollo del Puerto en el siglo XXI*. Revista Puertos, No. 94, pp. 4-6.
- [40] Baird, A.J. (1998). *Fast Freight Ferries as an instrument of modal shift*. Conference on Fast Seaborne Transportation. London: RINA (Royal Institution of Naval Architects).
- [41] Baird, A.J. (1999). *A comparative study of the ferry industry in Japan and the UK*. Journal of Transport Reviews, Vol. 19, No.1, pp. 33-55.
- [42] Baird, A.J. (2004). *Investigating the feasibility of fast sea transport services*. Maritime Economics and Logistics, Vol. 6, pp. 252-269.
- [43] Becker, JFF. et al. (2004). *No Need for Speed in Short Sea Shipping*. Maritime Economics & Logistics, Vol. 6, pp. 236-251.



- [44] Bendall, H.B.; Stent, A.F. (2001). *A scheduling model for a high-speed containership service: a hub and spoke short-sea application*. International Journal of Maritime Economics, Vol. 3, No.3, pp. 262-277.
- [45] Blonk, W. (2003). *Prospects and challenges of Short-sea Shipping*. HANSA – Schiffahrt – Schiffbau – Hafen. Coastwise shipping in Europe. Based on paper presented at 5th International Marine Design Conference and summer meeting of the German Society of Naval Architects, pp. 89-94.
- [46] Blume, A. (2002). *High Speed Vessel Wake Wash*. Ship Effects Workshops. U.S. Coast Guard Headquarters.
- [47] Burgel, A. (2007). *Air pollution from ships: recent developments*. WMU Journal of Maritime Affairs, Vol. 6, No.2, pp.217-224.
- [48] Centre d'Etudes des Transports pour la Méditerranée Occidentale, CETMO. (2002). *Reflexiones sobre el transporte marítimo de mercancías entre las dos riberas del mediterráneo occidental*. Dossier No. 50.
- [49] Chengfeng, W. et al. (2007). *The costs and benefits of reducing SO<sub>2</sub> emissions from ships in the US West Coastal waters*. Transportation Research Part D 12.
- [50] Cox, G. (2000). *Sex, lies and wave wake*. Hydrodynamics of High Speed Craft: wake wash & Motions Control. London, United Kingdom.
- [51] Dobler, J.P. (1994). *Growth prospects of high-speed car-ferries utilization on European short-sea routes*. Proceedings from the second European research roundtable conference on shortsea shipping, pp.269-293, Athens/Vouliagmeni.
- [52] *El Puerto de Valencia lidera el crecimiento europeo en tráfico de contenedores*. Revista Puertos, No. 100, pp. 45.
- [53] Endresen, O. et al. (2007). *A historical reconstruction of ships' fuel consumption and emissions*. Journal of Geophysical Research D. Vol. 112, D 1230, pp.1-17.
- [54] *España exportó cerca de 61 millones a través de sus puertos*. Revista Puertos, No. 95, pp.6-7.
- [55] Georgakaki, A. et al. (2005). *Transport and Environment Database System (TRENDS): Maritime air pollution emission modelling*. Atmospheric Environment, No.39, pp.2357-2365.
- [56] González, F.; Novo, I. (2007). *Las autopistas del mar en el contexto europeo*. Boletín Económico del ICE, No. 2902. Spain.
- [57] H.M. Stationary Office at HMSO Press. (1977). *Marine Observer's handbook*. P. 59. Edinburgh.
- [58] Hoppe, H. (2005). *International regulations for High-Speed Craft an Overview*. International Conference on Fast Sea Transportation. FAST'2005. St. Petersburg, Russia.

- [59] Karayannis, T. et al. (2000). *The introduction of high-speed ferries into the eastern Mediterranean*. Proceedings of the International Congress of International Maritime Association (IMAM), p.11. Italy.
- [60] Katholieke Universiteit Leuven. (2003) *Technologies and instruments for ship emissions abatement, ship emissions of SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub>: the need and strategies for future reductions*.
- [61] Kofoed-Hansen, H et al. (2000). *Wake wash risk assessment of high-speed ferry routes – a case study and suggestions for model improvements*. Hydrodynamics of High Speed Craft: Wake Wash & Motions Control, RINA. London.
- [62] Lagoudis, N. et al. (2002). *Defining a Conceptual Model for High-Speed Vessels*. International Journal of Transport Management, Vol. 1, No. 2, pp. 69-78.
- [63] Laine, J.T.; Vepsalainen, A.P.J. (1994). *Economies of speed in sea transport*. International Journal on Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 24, pp. 33-41.
- [64] Latorre, R.; Foley, R. (1999). *High Speed Coastal Transport Emergence in the U.S*. Disponible en: <http://www.ccdott.org>.
- [65] Lombardo, G.A. (2004). *Short Sea Shipping: Practices, Opportunities and Challenges*. TRanposrGistics, Inc. White Paper Series.
- [66] *Los puertos españoles registraron 2,6 millones de cruceristas en el 2002*. Revista Puertos, No. 111, pp. 23-28.
- [67] Martínez de Osés, F.X. (2000). *Los buques de alta velocidad y su problemática. El reglamento para la prevención de abordajes*. Revista del Instituto de Navegación de España, Vol, 8, pp.60-64. Barcelona, Spain.
- [68] Martínez de Osés, F.X., Castells, M. (2005). *High speed craft viability analysis*. Journal of Maritime Research, Vol.II, No 3, pp.59-76. Santander, Spain.
- [69] Martínez de Osés, F.X.; Castells, M. (2006). *Wave height incidence on Mediterranean Short Sea Shipping routes*. Tethys, Vol. 3, pp.3-8. <http://tethys.cat>. Journal edited by ACAM.
- [70] Martínez de Osés, F.X.; Castells, M. (2007). *Selection of short sea shipping transport chains in western Europe based on external factors*. Revista del Instituto de Navegación en España, Vol. 30, pp. 50-57. ISSN: 1578-6064.
- [70] Martínez de Osés, F.X.; Castells, M. (2008). *Autopistas del mar, enlaces veloces y sostenibles*. Marina Civil. Vol. 88, pp.61-67. Spain.
- [71] Martínez de Osés, F.X. ; Castells, M. (2008). *Heavy weather in European Short Sea Shipping: its influence on selected routes*. The Journal of Navigation, Vol. 61, pp.165-176. Cambridge, United Kingdom.
- [72] Martínez de Osés, F.X.; Rodríguez, J.M. (2008). *Análisis medioambiental de la eficacia del transporte marítimo de corta distancia en las cadenas de transporte intermodal*. Revista del Instituto de la Navegación de España, Vol.32. pp.35-47. ISSN: 1578-6064

- [73] Mulligan, R.F.; Lombardo, G. (2006). *Short Sea Shipping. Alleviating the environmental impact of economic growth*. WMU Journal of Maritime Affairs, Vol. 5, Part 2, pp. 181-194.
- [74] Papanikolaou, A. et al. (1996). *Innovative fast ship designs for an integrated SSS systems-IFS/SS*. Proceedings from third European research roundtable conference on shortsea shipping. Bergen, Norway.
- [75] Psaraftis, H.N.; Papanikolaou, A. (1992). *Impact of new technologies on shortsea shipping in Greece*. First European Research Roundtable, Conference on Shortsea Shipping. Delft, The Netherlands.
- [76] Saeed, M.; Amini, E. (2002). *Resistance of high speed planning catamarans*. Proceedings MEET'02, Vol. 1, pp.149-157.
- [77] Schinas, O.; Psaraftis, H.N. (1997). *New Frontiers Through Shortsea Shipping*. Annual Conference of SNAME, Vol.105, pp.235-252.
- [78] Simpson, M.; Bryce, R. (1997). *Design limitations: operating limitations the safety of high speed craft*. International Symposium & Seminar: The Safety of High Speed Craft, London.
- [79] Soma, T.; Heum, S. (2004). *High speed safety: the impact of human and organisational factors*. High speed craft: design & operation. Royal Institution of Naval Architects, London.
- [80] Winther, M. (2008). *New national emission inventory for navigation in Denmark*. Atmospheric Environment, doi:10.1016/j.atmosenv.2008.01.065.

## 9.2 Normativa y estadísticas

- [81] Amerini, G. (2006). *Short Sea Shipping of goods 2000-2004*. Estadísticas Eurostat.
- [82] Annex VI of MARPOL 73/78. (1998). *Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships and NOx Technical Code*. IMO Publication. ISBN 928060893. London, United Kingdom.
- [83] Boletín Oficial de la República Italiana, Decreto del 7 de Junio de 2006. (2006). *Definición de las ayudas a los transportistas por carretera que utilicen los servicios de SSS desde Italia en lugar de utilizar exclusivamente la carretera*.
- [84] British Library Cataloguing-in-Publication Data. (2006). *Register of Ships 2005-2006*. Lloyd's Register-Fairplay Ltd., Vol. A-F. ISBN: 190129068 9. United Kingdom.
- [85] British Library Cataloguing-in-Publication Data. (2006). *Register of Ships 2005-2006*. Lloyd's Register-Fairplay Ltd., Vol. G-M. ISBN: 1901290697. United Kingdom.
- [86] British Library Cataloguing-in-Publication Data. (2006). *Register of Ships 2005-2006*. Lloyd's Register-Fairplay Ltd., Vol. N-S. ISBN: 1901290700. United Kingdom.

- [87] British Library Cataloguing-in-Publication Data. (2006). *Register of Ships 2005-2006*. Lloyd's Register-Fairplay Ltd., Vol. T-Z. ISBN: 19012907190. United Kingdom.
- [88] Comisión Europea. *Estadísticas 2000-2004 sobre Energía y Transporte de la DGTREN*.
- [89] *Directiva 2002/15/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de marzo de 2002, relativa a la ordenación del tiempo de trabajo de las personas que realizan actividades móviles de transporte por carretera*.
- [90] Ente Público Puertos del Estado (1999). *Anuario estadístico 1998*.
- [91] Ente Público Puertos del Estado (2000). *Anuario estadístico 1999*.
- [92] Ente Público Puertos del Estado (2001). *Anuario estadístico 2000*.
- [93] Ente Público Puertos del Estado (2002). *Anuario estadístico 2001*.
- [94] Ente Público Puertos del Estado (2003). *Anuario estadístico 2002*.
- [95] Ente Público Puertos del Estado (2004). *Anuario estadístico 2003*.
- [96] European Commission. (2001). *EU Energy and transport figures. Statistical pocketbook 2001*. Brussels.
- [97] European Commission. COM (2001) 370. *European Transport Policy for 2010: Time to decide*. Brussels.
- [98] European Commission. (2002). *EU Energy and transport figures. Statistical pocketbook 2002*. Brussels.
- [99] European Commission. (2002). Directorate General Environment. *Advice on the costs to fuel producers and price premia likely to result from a reduction in the level of sulphur in marine fuel marketed in EU*. Brussels.
- [100] European Commission. (2003). *EU Energy and transport figures. Statistical pocketbook 2003*. Brussels.
- [101] European Commission. (2003). *Communication from the Commission; Programme for the Promotion of Short Sea shipping*, COM (2003) 155, Brussels.
- [102] European Commission. (2004). *Motorways of the Sea, Article 12a. TEN-T Guidelines*. Brussels.
- [103] European Commission. (2005). *High Level Group of the European Commission. Extension of the Major Trans-European Transport Axes to the Neighbouring Countries and Regions*. Brussels.
- [104] European Commission. (2006). *Mid term review of the European Commission's 2001, White paper on transport*. Brussels.
- [105] Instituto Nacional de Estadística. (2004). *Cifras de población referidas al 01/01/2004*. Real Decreto 2348/2004. Disponible en: <http://www.ine.es/>.

- [106] International Maritime Organization. (1974). *International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS)*.
- [107] International Maritime Organization. (1977). *Code of Safety for Dynamically Supported Craft (DSC Code)*. IMO A.373(X).
- [108] International Maritime Organization. (1994). *International Code for High-Speed Craft*. MS 36(63). London.
- [109] International Maritime Organization. (2001). *International Code for High-Speed Craft*. London.
- [110] Marine accident investigation branch. (2002). *High speed craft Portsmouth Express*.
- [111] Maritime and Coastguard Agency. (1998). *Project 420 – Investigation of high speed craft on routes near to land or enclosed Estuaries*.
- [112] Ministerio de Fomento. (2007). *Tablas estadísticas, Encuesta permanente de transporte de mercancías por carretera*. Disponible en: <http://www.fomento.es>.
- [113] Ministerio de Fomento. Secretaría General de Transportes. Dirección General de transportes por carretera. (2008). *Observatorio de mercado del transporte de mercancías por carretera*, No.14. Disponible en: <http://www.fomento.es>.
- [114] Organización Marítima Internacional. (2004). *Políticas y Prácticas de la OMI relacionadas con la reducción de las emisiones de gases de las descargas de las naves y su incidencia en el efecto invernadero*. Resolución A.963 (23).
- [115] *Reglamento (CE) No. 561/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de marzo de 2006 relativo a la armonización de determinadas disposiciones en materia social en el sector de los transportes por carretera*.
- [116] Reglamento CEE 3820/85 del Consejo, de 20 de diciembre de 1985, relativo a la armonización de determinadas disposiciones en materia social en el sector de transportes por carretera.
- [117] ShipPax. (2002). *ShipPax Statistics 02*. Halmstad, Sweden.
- [118] U.S. Department of Transportation. (1996). *Boating Safety Circular 78*. United States Coast Guard.

### 9.3 Webgrafía

- [119] <http://amrie.org/tohpic/> [05/10/2005]
- [120] <http://cordis.europa.eu/>[04/10/2005]
- [121] <http://epp.eurostat.cec.eu.int> [01/11/2005]

- [122] <http://projects.dnv.com/themes> [05/10/2005]
- [123] <http://spin.mettler.org> [05/10/2005]
- [124] <http://www.bsh.de> [12/02/2006]
- [125] [www.agenmar-cat.com](http://www.agenmar-cat.com) [21/11/05]
- [126] [www.algeposa.com](http://www.algeposa.com) [17/02/2005]
- [127] [www.apb.es/](http://www.apb.es/) [16/03/2007]
- [128] [www.apvigo.com](http://www.apvigo.com) [15/03/2007]
- [129] [www.belspo.be](http://www.belspo.be) [25/05/2008]
- [130] [www.bilbaoport.es/](http://www.bilbaoport.es/) [17/03/2007]
- [131] [www.bunkerworld.com](http://www.bunkerworld.com) [19/05/2005]
- [132] [www.ccdott.org](http://www.ccdott.org) [10/14/2006]
- [133] [www.cetmef.equipement.gouv.fr/](http://www.cetmef.equipement.gouv.fr/) [10/02/2006]
- [134] [www.cfit.gov.uk/](http://www.cfit.gov.uk/) [13/10/2005]
- [135] [www.dgt.es](http://www.dgt.es) [02/03/2006]
- [136] [www.dkgroup.dk](http://www.dkgroup.dk) [05/05/2003]
- [137] [www.equasis.es](http://www.equasis.es) [31/10/2005]
- [138] [www.eurometeo.com](http://www.eurometeo.com) [08/02/2006]
- [139] [www.faktaomfartyg.com](http://www.faktaomfartyg.com) [21/11/2005]
- [140] [www.foils.org](http://www.foils.org) [10/03/2004]
- [141] [www.fomento.es](http://www.fomento.es) [18/09/2007]
- [142] [www.gnv.it](http://www.gnv.it) [03/22/2005]
- [143] [www.greenfacts.org](http://www.greenfacts.org) [21/08/2007]
- [144] [www.grimaldilogistica.com](http://www.grimaldilogistica.com) [24/02/2005]
- [145] [www.hamjet.co.nz](http://www.hamjet.co.nz) [27/01/2004]
- [146] [www.hoverspeed.com](http://www.hoverspeed.com) [21/11/05]
- [147] [www.idromare.com](http://www.idromare.com) [17/02/2006]
- [148] [www.ifemamotor.ifema.es/modules/news/index.php?storytopic=3&start=5](http://www.ifemamotor.ifema.es/modules/news/index.php?storytopic=3&start=5)  
[19/02/2007]

- [149] [www.ine.es](http://www.ine.es) [14/08/2006]
- [150] [www.interferry.com](http://www.interferry.com) [28/11/2005]
- [151] [www.macancrews.net](http://www.macancrews.net) [17/02/2005]
- [152] [www.meteofrance.com](http://www.meteofrance.com) [12/02/2006]
- [153] [www.nera.com](http://www.nera.com) [19/01/2008]
- [154] [www.odielbibao.com](http://www.odielbibao.com) [18/02/2005]
- [155] [www.porto.napoli.it](http://www.porto.napoli.it) [02/08/2006]
- [156] [www.port-of-rome.org](http://www.port-of-rome.org) [09/08/2006]
- [157] [www.porttarragona.es](http://www.porttarragona.es) [16/03/2007]
- [158] [www.puertogijon.es](http://www.puertogijon.es) [17/03/2007]
- [159] [www.puertomalaga.com](http://www.puertomalaga.com) [16/03/2007]
- [160] [www.puertopasajes.net](http://www.puertopasajes.net) [16/05/2007]
- [161] [www.puertos.es](http://www.puertos.es) [12/02/2006]
- [162] [www.puertosantander.es](http://www.puertosantander.es) [15/03/2007]
- [163] [www.puertosantander.es](http://www.puertosantander.es) [22/02/2005]
- [164] [www.realise-sss.org](http://www.realise-sss.org) [12/11/2007]
- [165] [www.recordit.org](http://www.recordit.org) [18/12/2007]
- [166] [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) [07/03/2004]
- [167] [www.seaspeed.co.uk](http://www.seaspeed.co.uk) [09/02/2005]
- [168] [www.se-tecnology.com](http://www.se-tecnology.com) [09/11/2003]
- [169] [www.ship-technology.com](http://www.ship-technology.com) [03/03/2004]
- [170] [www.shortsea.info](http://www.shortsea.info) [05/12/2005]
- [171] [www.shortsea.it/Home/servizi/porti.htm](http://www.shortsea.it/Home/servizi/porti.htm) [01/08/200]
- [172] [www.shortsea-es.org](http://www.shortsea-es.org) [12/03/2005]
- [173] [www.sml.hw.ac.uk/logistics/pdf/Marine2.pdf](http://www.sml.hw.ac.uk/logistics/pdf/Marine2.pdf) [26/09/2005]
- [174] [www.speedferries.com](http://www.speedferries.com) [25/11/05]
- [175] [www.steam-packet.com](http://www.steam-packet.com) [23/11/05]
- [176] [www.stenaline.com](http://www.stenaline.com) [21/11/05]

- [177] [www.suardiaz.com](http://www.suardiaz.com) [17/02/2005]
- [178] [www.superfast.com](http://www.superfast.com) [22/11/2005]
- [179] [www.swath.com](http://www.swath.com) [05/03/2004]
- [180] [www.trasmediterranea.es](http://www.trasmediterranea.es) [20/03/2004]
- [181] [www.valenciaport.com](http://www.valenciaport.com) [14/03/2007]
- [182] [www.wakewash.com](http://www.wakewash.com) [04/02/2006]
- [183] [www.xpressiberia.com](http://www.xpressiberia.com) [14/02/2005]



# Anexo I. La política Europea del Transporte

## I.1 El Libro Blanco sobre el Transporte

El objetivo genérico de la actual política de transportes es garantizar la movilidad de personas y mercancías en el mercado interior europeo, y también desde y hacia terceros países, así como aprovechar al máximo los dispositivos técnicos y de organización para facilitar el transporte de personas y de mercancías, respetando el medio ambiente.

La red transeuropea de transportes (RTE-T) sufre cada día más el problema de la congestión. Aunque la mayor congestión se produce en las áreas urbanas, se calcula que cerca de 7500 Km. de carreteras (aproximadamente un 10% de la red) sufren la congestión de una manera continuada y que, 16000 Km. de trazado ferroviario están congestionados o son claramente cuellos de botella. El coste externo derivado de la congestión del transporte por carretera representa aproximadamente el 0,5% del PIB de toda la UE. Las previsiones más generosas, en lo que concierne al crecimiento del tráfico por carretera de cara al horizonte del 2010, establecen un aumento significativo de la congestión en la red viaria europea y un aumento de los costes derivados de la congestión de hasta un 142%, alcanzando, aproximadamente un 1% del PIB de la UE.

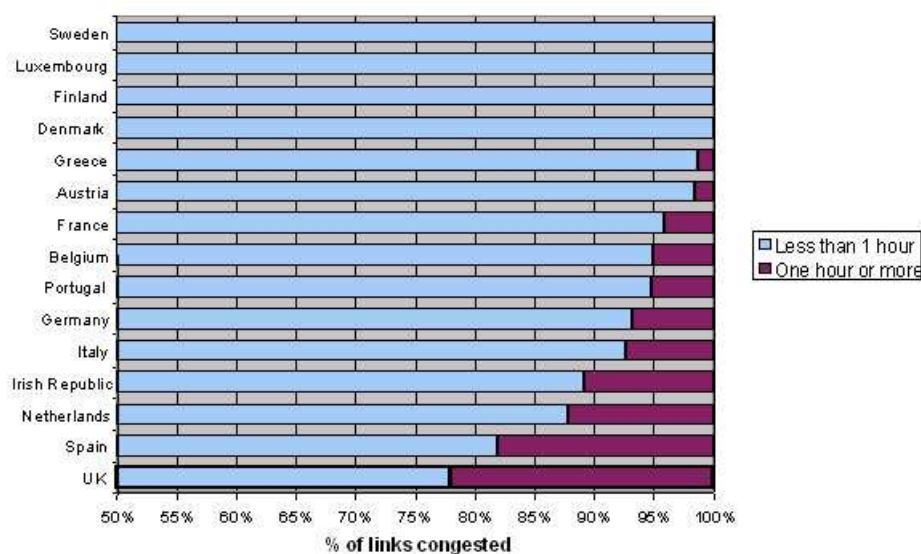


Figura I: Incidencia y duración de la congestión del tráfico en carretera por países. (Fuente: UK Commission for Integrated Transport)

De acuerdo con el Libro Blanco de la Comisión Europea del año 1993, “Crecimiento, competitividad y empleo”, la red transeuropea de transporte constituye un elemento esencial para reforzar el mercado interior y el crecimiento económico, así como la cohesión económica y social de la Unión Europea.

La Comisión Europea adoptó, en septiembre del 2001, un nuevo Libro Blanco sobre el Transporte, bajo el título “La política europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad”, donde se recogen las iniciativas y propuestas legislativas que prevé adoptar para desarrollar la política común de transportes durante el periodo 2000-2010, para establecer las medidas necesarias para orientar Europa hacia una movilidad sostenible.

En el año 2001, el Parlamento Europeo aprobó la inclusión de los puertos marítimos y fluviales en la red transeuropea. De esta manera quieren favorecerse las conexiones de los puertos con el resto de modos de transporte. En total se han incluido unos 300 puertos y 35 puertos fluviales abiertos al tráfico comercial.

Ante la perspectiva de una ampliación de la Unión hacia los países del Este y ante la necesidad de una revisión de la RTE-T, a principios del año 2003, un grupo de trabajo presidido por el antiguo comisario Karel Van Miert elaboró un informe, el informe Van Miert, para definir un número preciso y limitado de proyectos de infraestructuras de transporte que propicien la mejora de las comunicaciones entre los Estados de la UE ampliada.

Una de las recomendaciones que contempla es la promoción de las autopistas del mar, con el fin de hacer efectiva su integración en las RTE-T bajo la óptica de conseguir el reequilibrio entre los modos de transporte. De hecho, como recogen las recomendaciones de la Comisión, el desarrollo de las autopistas del mar se ha convertido en una prioridad del mismo orden de importancia que el fomento de la red ferroviaria o de la red de carreteras, y constituye un mecanismo eficaz para garantizar la accesibilidad en las regiones más periféricas de la Unión.

A continuación se definen los proyectos prioritarios, declarados de interés europeo, relacionados con las autopistas del mar:

- Autopista del mar Báltico (conexión de los Estados miembros del Báltico con los de la Europa central y occidental).
- Autopista del mar de Europa occidental (conexión de la península ibérica, a través del arco atlántico, con el mar del Norte y el mar de Irlanda).
- Autopista del mar de Europa del sureste (conexión del mar Adriático con el Jónico y el Mediterráneo oriental para englobar a Chipre).
- Autopista del mar de Europa del suroeste (mediterráneo occidental), conectando España, Francia, Italia y Malta, con la autopista del mar de Europa del sureste (incluido el mar Negro).

## I.2 Proyectos Europeos

Ante esta situación, los esfuerzos de la Comisión Europea se han dedicado a financiar parcialmente proyectos que pretendían mejorar la situación del transporte en general, aunque en muchos casos tenían un claro hincapié en el tema comercial del transporte.

### I.2.1 Proyectos del 4º Programa Marco

Entre los numerosos proyectos realizados en el 4º Programa Marco de la Unión Europea relacionados con la promoción del transporte marítimo a corta distancia, se pueden distinguir los siguientes:

- **3SNET:** *Short sea shipping NETWORK information, booking and management system to integrate short sea shipping in the intermodal transport chain.* Proyecto financiado por la Comisión europea, cuya duración se prolongó durante 18 meses, iniciándose el 1 de Enero de 1998. El principal objetivo del mismo fue definir, implantar y ajustar un sistema de gestión de reservas unificado entre los cargadores, porteadores, operadores del transporte y demás actores, para favorecer la integración del transporte marítimo a corta

distancia en las cadenas intermodales en regiones del Arco Atlántico donde el primero fuera una opción más favorable que el transporte por carretera.

Se realizó una demostración junto con los miembros de la APAA (*Association of Ports on the Atlantic Arc*) principalmente Rosslare (I), Liverpool (UK), Southampton (UK), Brest (F), La Rochelle (F), Santander (E), Cádiz (E), y Lisboa (P). El coordinador del proyecto fue SYSECA SA – Brest (F), participando además MDS France (F), Community Network Services Ltd. (UK), Technum Flanders Engineering N.V. – Hasselt (B) y Portel servicios telemáticos SA (E).

- **ASDSS:** *Analysis of Supply and Demand of Shipping Services*. Proyecto financiado por la DG TREN de la Comisión Europea, que se inició en agosto del año 1996 y que se prolongó durante 12 meses. El objetivo principal del mismo era el de proporcionar una visión de la realidad comercial en la industria marítima, como una base para la toma de decisiones políticas. La investigación sobre el posible exceso de oferta en el mercado de contenedores, y a lo que podía conducir, que proporcionó una respuesta al planteamiento de introducir tonelaje de tipo Post-Panamax, conexiones intermodales y alianzas estratégicas entre operadores de contenedores Europeos. Uno de los objetivos secundarios fue el de evaluar las conexiones existentes entre la oferta y la situación de la demanda en las navieras dedicadas al tráfico de contenedores, como el desarrollo social en relación con la bandera de los buques y su efecto en el empleo y la integración de los modos de transporte.

El consorcio fue liderado por Mercer Management Consulting (F), y participado por Lloyd's Maritime Information Services, Ltd (UK).

- **BOPCOM:** *Baltic Basic Open Port COMMunication*, fue un proyecto financiado por la Comisión Europea, cuya duración fue de tres años y se inició el primero de enero de 1996. El principal objetivo del proyecto fue el de aumentar la eficiencia del transporte marítimo en Europa, mediante el desarrollo de un nuevo concepto telemático para el sector del transporte y el portuario, incluyendo el soporte a las pequeñas y medianas compañías que ofrecían soluciones de comunicación a bajo coste.

El principal resultado fue el desarrollo de herramientas para integrar el Intercambio Electrónico de Datos (EDI) a las tecnologías Internet en un solo concepto. Dichas herramientas formaron los nodos del *BOPCom Interconnectivity Manager Local*, incluyendo una base de datos de comunicación con una estructura genérica que pudiera ser instalada en cualquier compañía o administración o, alternativamente, fuera ofrecida a un proveedor de servicios. Las citadas herramientas permitieron conectar las aplicaciones existentes en la industria del transporte con usuarios que no disponían de tecnología EDI, pero mediante técnicas de Internet. Este concepto fue probado en puertos del Báltico y los arcos Mediterráneo y Atlántico. El coordinador fue el Technikzentrum Fördergesellschaft Mbh de Lübeck y entre sus participantes se hallaba la Autoridad Portuaria de Barcelona.

- **COREM:** *Cooperative Resource Management for the Transport of Unit Loads* es un proyecto llevado a cabo el año 1998 que pretendió desarrollar soluciones para mejorar la transición entre los modos de transporte del buque y el camión, usando procedimientos innovadores, mediante el uso de recursos de gestión cooperativos, es decir mediante la posibilidad de transferencia de información entre aplicaciones de cliente servidor, ISDN y mensajes EDI/EDIFACT. La demostración del proyecto, pretendía probar 5 aplicaciones en Alemania y Grecia, utilizando la cooperación dentro de una compañía de transporte por camión, entre el operador de la terminal y el camionero, entre la compañía de transporte y su consignatario y entre la gerencia y la oficina portuaria de un consignatario.

Las aplicaciones desarrolladas en COREM se continuaron usando después del proyecto, lo que indicó el interés mostrado por los participantes, demostrando el potencial de estas aplicaciones para generar ahorros, en toda la cadena de transporte. El proyecto fue liderado por ISL (D), BLG Container GmbH & Co. (D), Centre National de la Recherche Scientifique/ ARAMIIHS (F), EKB Container Logistik (D), Helsinki University of Technology (F), TRADEMCO (G) y la Universidad de Lieja (B).

- **E-EIS:** *European Economic Impact Study for the European shipping sector.* Proyecto financiado por la DG TREN de la Comisión Europea y que se inició en el año 1996 con una duración de 36 meses.

El objetivo del mismo pretendía la descripción de una metodología que evaluara el impacto económico de las actividades marítimas en la economía de los países miembros y en toda la Unión. Proporcionaba información esencial de las relaciones entre el sector marítimo en sí y otros sectores económicos. La metodología de trabajo partió de la elaboración de un marco, para usarse en todos los países, que albergaría unas tablas de *input-output* para Holanda, Bélgica, Italia y el Reino Unido. Posteriormente se evaluaría el sector de la navegación en estos países, con la metodología desarrollada y los efectos que podría tener el desarrollo de políticas que afectaran a esta industria.

El consorcio fue liderado por European Maritime Surveys Organisation con sede en Bélgica, la Universidad de Gales en Cardiff (GB), Kappa Sigma Activities (G) y el Profesor Holandés Dr. Haralambides.

- **EMMA:** *European Marine Motorways, the potential for transferring freight from road to high speed sea transport system.* Proyecto que pretendió evaluar la competitividad de los buques transbordadores de alta velocidad, para trasvasar la carga de las congestionadas carreteras europeas a las líneas marítimas. Éste se inició en agosto del año 1996 y tuvo una duración de 27 meses. Se ha profundizado sobre este proyecto en el punto 3 del anexo IV.

El proyecto lo llevaron a cabo cinco participantes principales, que fueron coordinados por la Escuela de Negocios de la Universidad Napier de Edimburgo, junto a NEA, organización para la formación e investigación en el transporte (NL), Stena line AB, pioneros de los transbordadores de alta velocidad (S), Technicatome SA (F) y la Universidad de Barcelona.

- **EUROBORDER,** *The port as a hub in the Intermodal chain.* Proyecto financiado por la DG TREN, iniciado en marzo del 1996 y que se terminó en 28 meses, cuyo objetivo era la identificación de los cuellos de botella en los puertos, como puntos nodales en la cadena multimodal de transporte, además de la identificación de los requisitos informativos, organizativos y

administrativos, los conceptos y las funcionalidades para integrar los puertos dentro de la cadena intermodal, dentro de las Redes Trans europeas de Transporte.

Se desarrolló un programa que se centró específicamente en los puertos de pequeño y mediano tamaño, en terminales, en la cadena de transporte y en la carga unitizada. El estudio incluía potenciales mejoras en el intercambio de información, las rutinas en la terminal y sus relaciones con sus clientes y el resto de la comunidad portuaria. La información se entendía como una herramienta para el soporte de la organización y la administración.

Como resultados concretos se deben destacar, un modelo de procesos en la terminal, una herramienta de optimización y simulación para modelar los procesos en la terminal, la provisión de estrategias para establecer cambios organizativos y administrativos y un conjunto de medidas para mejorar la información en general, la administración y la organización.

Los participantes en el proyecto fueron TFK, NTU (Nordic Transport Development), Sintef, CECIL, Ministerio de transportes Finés, TRUTH y el Ente Público de Puertos del Estado.

- **INFOLOG:** *Intermodal Information Link for Improved Logistiks*. Proyecto iniciado en enero del 1998 y que se terminó en 21 meses cuyo objetivo pretende la mejora de la eficiencia del transporte intermodal, basado en el transporte marítimo y ferroviario como base, mediante una mejora de las posibilidades de información y comunicación. El desarrollo técnico se basó en el análisis de los requisitos del usuario, desarrollo posterior del modelo de datos TRIM (Transport Reference Information Model) y el desarrollo de los TCMS (Sistemas de gestión de las cadenas de transporte), mediante la integración de equipos de identificación automática (AEI) en los contenedores.

Se desarrolló un concepto de TMCS con un diseño modular, basado en los requisitos planteados por cargadores, transitarios, consignatarios, porteadores y operadores portuarios, pero suficientemente genérico para ser válido en el control de un servicio simple con un modo de transporte, hasta la gestión de mensajería automáticamente en cadenas logísticas con complejas soluciones logísticas. Se desarrollaron dos prototipos de TMCS, una primera herramienta

para proporcionar un nodo de información para el control de un sistema logístico desde el proveedor hasta el consumidor, incluyendo el transporte en tren, marítimo y camión; y una segunda para la gestión de importaciones, control de stocks y distribución, integrada en los sistemas de información usados por el cargador y el porteador.

Los participantes en este proyecto fueron TFK, Kvaerner AS, el Puerto de Goteborg, TRD, Ferrocarriles Estatales Suecos, Marintek, Sintef, Fraunhofer, Hellasco y ANCO.

- **INSPIRE:** *Innovative Ship Pilot Research*. Proyecto financiado por la DG VII, Waterborne Transport, con número de contrato WA-97-SC.2244, iniciado en enero del 1998 y que se terminó en 24 meses en el que se involucraron 14 organizaciones de 8 países, y coordinado por LMG Marin. El principal objetivo de INSPIRE era demostrar como, mediante determinados corredores comerciales, el transporte marítimo a corta distancia puede ser más competitivo, formando parte de una cadena de transporte multimodal.

Se estudiaron los siguientes corredores:

- Irlanda - NW de Europa,
- España – Islas Canarias,
- Portugal - Azores/Madeira y
- Rusia (Kaliningrad/Estados Bálticos) - EU.

Se llevaron a cabo una serie de análisis estratégicos y análisis del transporte marítimo a corta distancia en la UE, y se desarrollaron formularios para la evaluación de puertos, buques y flujos de carga proporcionando datos de los corredores mediante estos formularios. Bajo la experiencia y conocimientos obtenidos en los casos de estudio, la metodología del INSPIRE desarrolló una herramienta de simulación (TradeStar), que está disponible para el análisis logístico puerta a puerta entre dos o más puntos, basados en el criterio del tiempo, coste y consecuencias medio ambientales.

Así TradeStar decide la ruta óptima entre dos o más nodos y sitúa la prueba de nuevos diseños de buques sobre rutas nuevas o ya existentes, siendo una herramienta de innovación en los estudios sobre el transporte. Las conclusiones salientes de INSPIRE, obtenidas a partir de una visión crítica del



transporte marítimo a corta distancia en Europa, permitió desarrollar unos esquemas de investigación de las operaciones de transporte y desarrollar un modelo de simulación para evaluar los corredores seleccionados de transporte a corta distancia. Los modelos desarrollados fueron aplicados a los casos expuestos en los corredores Español, Irlandés, Portugués y Ruso.

- **INTERPORT:** *Integrating water Transport in the logistics chain.* Proyecto iniciado en enero del 1996 y que se terminó en 26 meses que evaluó las posibilidades de la utilización del equipo de identificación automática (AEI) para el control de unidades de carga, vehículos y personal en las terminales de carga. Se definieron una arquitectura de sistema y un modelo de datos para el transporte intermodal, además de un cuaderno que recogía las experiencias obtenidas. El trabajo se centró en el desarrollo de una arquitectura común que integraba el modelo de datos y los diferentes componentes en un sistema de control en tiempo real que unía los sistemas de identificación con los sistemas existentes en las terminales y las conexiones EDI. Pretendía la integración de los sistemas de identificación de los vehículos con los EDI's, mediante enlaces de radio frecuencia y tarjetas inteligentes.

Los resultados obtenidos permitieron presentar una guía de experiencias desde el diseño, implementación y evaluaciones, condensadas en un cuaderno desde la planificación a la evaluación y organización de todo el sistema AEI, una arquitectura y un modelo de soporte al transporte intermodal (TRIM) y una serie de casos para el control en tiempo real de las terminales intermodales. El consorcio estaba formado por Volos (G), TFK (S), NTU (Dk), Ministerio de transportes Finés, Sintef (N), CECIL (S), TRD-Transport Research Development (G) e ITP Informática y Telemática Portuaria S.A. (E).

- **INTERMODAL FREIGHT PLANNER:** Su objetivo era el de desarrollar un plan de flete intermodal que permitiera a los actores de la cadena logística, integrar y compartir el conocimiento y competencias, permitiendo reducir la barrera tecnológica y aumentar la calidad de las decisiones tomadas. Se realizó un inventario de los requisitos de los usuarios, la creación de una arquitectura, la determinación de condiciones de organización y su validación y presentación final.

El proyecto fue desarrollado por CAT Renault y Price Waterhouse Coopers.

- **INTRARTIP:** *Intermodal transport real time information platform*. Proyecto e iniciado en enero del 1998 y que se terminó en 24 meses que pretendía llegar a un marco común para el establecimiento de un sistema de información intermodal de los pre-contratos, para facilitar el intercambio de información relativa a dichos pre-contratos en el sector del transporte multimodal.

Los resultados esperados prevían el desarrollo de un marco para la integración de la información relacionada en el transporte intermodal, definiendo como esta información se intercambia entre los proveedores y los clientes de dichos datos.

El proyecto fue llevado a cabo por Euomar EEIG, Sequoyah, Italcontainer y Ahlers Maritime Services.

- **IPSI:** *Improved Port Ship Interface*. Proyecto financiado por la DG TREN de la Comisión Europea que se inició en abril de 1996 y tuvo una duración de 36 meses. Su objetivo pretendió establecer una fase de intercambio entre el transporte terrestre y el marítimo, mejorada, como eslabón dentro de la cadena multimodal del transporte puerta a puerta. Se realizaron detallados análisis para seleccionar el concepto de manejo de carga, concluyendo que el manejo horizontal de la carga permitiría llegar al equilibrio entre el mejor precio y las prestaciones.

El concepto IPSI desarrolló también un nuevo concepto de Ro-Ro, usando una alta tasa de innovación tecnológica, que combinado con el concepto de carga, permitía una relación entre prestaciones y precio, pudiendo también usarse en el transporte fluvial y el de cabotaje, siendo la inversión inicial proporcional al volumen de carga manejado.

Los resultados de este proyecto confirmaron la ineludible necesidad de que cualquier modificación que implicara a los servicios de manejo de la carga estuvieran relacionados con el diseño de los buques. A partir de estas ideas, se diseñaron tres buques para transporte a corta distancia y tres gabarras, además de documentar los requisitos que debía de cumplir una cadena logística multimodal. Después de finalizar el proyecto, se construyeron tres

buques que sirven el trayecto Goteborg – Zeebrügge, demostrando las conclusiones obtenidas a nivel teórico, y posteriormente el concepto de trincado automático desarrollado en IPSI fue demostrado por un grupo de industriales en el mes de mayo del 2001. El consorcio fue liderado por Kvaernerships equipment A/S (N), Port and Transport Consulting Bremen, GMBH (D), SAGA, S.A. (F), Jebsen Wilson Eurocarriers (N) y el Norwegian Marine Technology Research Institute (N).

- **PROSIT:** *Promotion of Short sea shipping and inland waterway transport by use of modern telematics.* Proyecto iniciado en enero del 1998 y tuvo una duración de 24 meses cuyos dos principales objetivos fueron los de la aplicación e instalación de la herramienta desarrollada en BOPCOM para permitir la conexión entre diferentes participantes mediante EDI y sin la necesidad de disponer un sistema propio de EDP (Electronic Data Processing), y también el desarrollo y la demostración de una serie de herramientas que permitieran el soporte dinámico e interactivo a las decisiones empresariales.

La situación inicial, de la que partía el proyecto, se basaba en la poca aceptación que el transporte a corta distancia e interior tenía entre los cargadores y transitarios, aún pudiendo tener un coste inferior. Mediante un mejor intercambio de información entre las partes, dichos modos de transporte pudieran integrarse en las cadenas de transporte intermodal.

Los principales resultados de PROSIT fueron la propia instalación y prueba de la herramienta llamada ProShip, que utilizaba el intercambio de información con los clientes o la industria del transporte. Dicha herramienta permitía la intermediación entre la demanda y la oferta, calculando las posibilidades existentes y la administración de pedidos. Además de la comparación entre el transporte planificado y acordado con el real, incluía información sobre las prestaciones, el control de desvíos y la transferencia de la información directamente al cliente.

Se estudiaron estas capacidades en cuatro escenarios que incluían transporte multimodal, fluvial y gabarras marítimas, el escenario Mediterráneo centrado en el tráfico de contenedores, y el Báltico centrado en la integración entre el transporte por el hinterland y el de corta distancia. Uno de los mayores logros del proyecto fue la posibilidad de visualizar las posiciones de la carga y los

movimientos de los buques, gracias a la conexión por satélite de los modos de transporte. El coordinador del proyecto fue Senator für Häfen, überregionalen Verkehr und Aussenhandel de Bremen

- **SSS-CA:** *Short Sea Shipping Concerted Action*. Proyecto que se inició en abril de 1996 y tuvo una duración de 36 meses, de tipo de acción concertada que se prolongó por tres años, y cuyos objetivos fueron la compilación de la situación del transporte marítimo a corta distancia y la síntesis de la investigación realizada respecto a este tema. Además, del establecimiento de criterios de eficiencia logística y la identificación de directrices futuras para un ulterior desarrollo de esta actividad.

El proyecto fue liderado por la Universidad Técnica de Atenas (GR) y realizado en participación con AMRIE, WEGEMT y la Asociación de Capitanes Oficiales de la Marina Mercante Alemana.

## I.2.2 Proyectos del 5º Programa Marco

Entre los proyectos realizados en el 5º Programa Marco de la Unión Europea, se distinguen las redes temáticas centradas en la recopilación, puesta en común y difusión de los resultados obtenidos en proyectos realizados dentro del 4º Programa Marco. Algunos, relacionados con la temática tratada son:

- **Proyecto D2D:** *Demonstration of an integrated management and communication system for door-to-door intermodal freight transport operations Door*. Proyecto que se inició en marzo del 2001 y tuvo una duración de 3 años, financiado dentro del 5º programa marco de la Unión Europea, que pretende demostrar la validez de un sistema integrado de gestión y comunicaciones para operaciones de fletamento de una cadena de transporte de puerta a puerta”, con número de contrato GRD2-2000-30146.

El principal objetivo del proyecto es el de demostrar que existen sistemas de gestión y comunicación integrados, que permiten hacer el transporte puerta a puerta intermodal más competitivo. Dicho objetivo se conseguirá partiendo de la adaptación de los resultados obtenidos en proyectos anteriores como

BOPCOM, PROSIT, COREM, INTERPORT, EUROBORDER, INFOLOG, Intermodal Portal, INTRARTIP, Intermodal Freight Planner; optimizado mediante el uso de tecnologías informáticas de diferentes tipos y mediante un sistema de control del transporte para el seguimiento de unidades de carga, mercancías y equipamiento de transporte en Europa. En esencia el proyecto debe demostrar que las cadenas de transporte multimodal pueden detentar la mayoría de las ventajas del transporte en camión, pero sin los efectos secundarios del transporte por carretera.

Este consorcio estaba formado por más de 20 miembros y lo coordinaba Wallenius Wilhelmsen Lines (WWL).

- **INTEGRATION:** *Integration of sea land technologies for an efficient door to door intermodal transport.* Es un proyecto financiado por la Comisión Europea, de 3 años de duración y que proponía el desarrollo de un sistema denominado AGV, que permite la automatización de las operaciones de carga y descarga de buques y terminales Ro-Ro mediante el uso de contenedores paletizados y cajas móviles marítimas, cuya capacidad alcanzaría los 500 TEU's a la hora, además de la propuesta de buques Ro-Ro adecuados al nuevo sistema de carga. El sistema propuesto de buque-terminal aplicaría una alta tasa de innovación tecnológica, y permitiría una drástica reducción de los tiempos en los movimientos de carga, que ayudarían en el desarrollo de las Autopistas del Mar, principalmente en el Mediterráneo.

La manipulación de la carga permitiría, mediante unos dispositivos llamados "cassettes" que contendrían a dichas unidades (contenedores o cajas móviles), izando la carga desde el muelle y situarla en el buque. La operativa se realizaría mediante un tren de 10 AGV's, que podrían desplazar hasta 20 contenedores de 40 pies o 40 contenedores de 20 pies, con una carga máxima de 900 Tm. En paralelo, los astilleros que participan en el proyecto (IZAR y FINCANTIERI), diseñaron una nueva serie de buques Ro-Ro y Ro-Pax, que cubren una amplia gama de velocidades (10 a 55 nudos) y volúmenes de carga (80 a 1300 TEU's), que podrían operar en terminales de diferentes niveles de equipamiento.

Los resultados del proyecto consideran que el diseño de buque de 1300 TEU's desarrollaría 20 nudos de velocidad y podría competir con los actuales

portacontenedores incluso en servicios feeder. Se calcula que una terminal equipada con el sistema AGV, podría atender a un buque en 6 horas y que una terminal con rampa, podría atender a 4 buques en 24 horas, con lo que se podrían mover hasta 2 millones de TEU's al año.

El coordinador del proyecto es CETENA SpA (sociedad de investigación de FINCANTIERI), y participado por IZAR Construcciones Navales SA (E), FINCANTIERI S.p.A. (I), TTS-Ships Equipment (S), Danaher Motion (S), Medcenter Container Terminal Gioia Tauro (I), DFDS Tor Line A/S (DK), Grandi Navi Veloci S.p.A. Grimaldi Group Genova (I), Sarlis Container Services (G) entre otros.

- **MISTIC:** *Maritime Intelligent Systems for Transport and Inter related Chain.* Red temática financiada por la DG IST de la Comisión Europea, iniciada en noviembre del 2000 y que se prolongó durante 42 meses, que trató de estimular el interés de los usuarios marítimos en las nuevas tecnologías, mediante el apoyo al desarrollo de sistemas de transporte marítimos inteligentes en infraestructuras y vehículos, e involucrando en dichos sistemas inteligentes de transporte a los usuarios finales, a las empresas involucradas y autoridades, y a los procesos de negocio.

Los resultados patentes han sido el establecer una situación actual en cuanto a las soluciones existentes en el ámbito marítimo, la producción de un amplio análisis de los requisitos del usuario final de sistemas para el transporte marítimo inteligentes, la preparación para el desarrollo de tecnologías donde existieran lagunas, la propuesta de nuevas acciones para cubrir necesidades en I+D en este sector y el proporcionar una plataforma para futuras actividades de investigación en el 6º Programa Marco de la UE.

El consorcio estaba formado por METTLE Institute (F) y AMRIE (B), y participado por otros miembros como Fresti (P), Tony Morrall Associates (GB) o Euronatech (B) entre otros.

- **REALISE:** *Regional Action for Logistical Integration of Shipping across Europe*<sup>141</sup>. Es una red temática que pretende la aplicación de tecnologías y

---

<sup>141</sup> [www.realise.org](http://www.realise.org)

metodologías existentes, para la promoción del transporte marítimo y su integración en cadenas de transporte intermodales. Iniciada el 1 de octubre del 2002, se desarrolló durante tres años. El objetivo de la misma es el de recoger los resultados de diferentes proyectos europeos, que han fomentado el desarrollo del transporte marítimo de corta distancia. Esta red pretende cubrir el espacio existente entre las tecnologías y la industria, además de coordinar la investigación de nivel regional, nacional y europeo.

Un hecho innovador de la red temática REALISE es el de moverse entre una aproximación al mercado logístico desde sus bases y el desarrollo del transporte marítimo a corta distancia, contando con activos actores de toda Europa, usando los resultados de estudios que integran estadísticas, impacto ambiental y precios de cada transporte modal.

Se abarcan hasta cinco diferentes temas de investigación. Siendo la evaluación de los requisitos para el transporte marítimo a corta distancia en una red logística integrada y el desarrollo de un área de investigación europea en transporte a corta distancia, los cuales han sido cubiertos en cinco diferentes actividades siendo respectivamente la organización de un cluster de seminarios regionales que permitan la transferencia de conocimiento y el intercambio y desarrollo de soluciones comunes en el ámbito del transporte marítimo a corta distancia y la difusión de los resultados de la red REALISE como contribución al desarrollo de la red e investigación Europea.

El resultado final de REALISE ha sido el desarrollo y la validación de un conjunto de estrategias y herramientas para los agentes decisorios del sector, con el fin de fomentar el uso del transporte marítimo de corta distancia, dentro de las redes trans Europeas de transporte multimodal.

- **THEMIS:** *Thematic Network in Optimising the Management of Intermodal Transport Services.* Es una red temática financiada por la DG TREN de la Comisión Europea, iniciada en abril del 2000 que se demoró durante 4 años y cuyo objetivo principal fue el de contribuir a la creación de sistemas inteligentes para el transporte. Los esfuerzos en este proyecto se dirigieron a la definición, y comprensión, del transporte por fletamento dentro de una futura sociedad europea usuaria de las nuevas tecnologías, y la organización

de la correspondiente arquitectura para la óptima combinación de los componentes de un fletamento electrónico.

El consorcio fue coordinado por TFK Transportforschung GMBH, actualmente BMT Transport Solutions GMBH, quien también coordinó la actividad de proporcionar una visión global de todos los proyectos comerciales, y los financiados por la Unión Europea, que trabajaran para la mejora del intercambio de información en el sector de la gestión del transporte de carga.

- **TOHPIC:** *Tools to Optimise High Speed Craft to port Interface*<sup>142</sup>. Proyecto financiado por la DG TREN, que se inició en marzo del 2001, y tuvo una duración de 36 meses, cuyo objetivo fue establecer una guía de procedimientos a llevar a cabo en los buques de alta velocidad, en su fase de entrada y salida de puerto y de aproximación, para que en conjunto el tiempo invertido y la seguridad de los pasos a realizar, se optimizara.

El consorcio fue liderado por SSPA (S) y participado por Cetemar (E), IST (P), Instituto Francés de Navegación, Sindel SpA (I), Dappolonia, SpA (I), McGregor (S), Amrie (B) y los participantes en la validación citados.

- **TRAPIST:** *Tools and Routines to Assist Ports and Improve Shipping*. Se inició en junio del 2006, y tuvo una duración de 26 meses. Proyecto de amplias expectativas, cuyo objetivo es el de proporcionar herramientas para puertos de pequeño y mediano tamaño, que mejoren la eficiencia de sus operaciones.
- **WATERMAN-TS:** *Waterborne traffic and transport management - technical secretariat*. Se inició en Abril del año 2000 y finalizó en marzo del año 2003. Acción de investigación financiada en el 5º Programa Marco, que se basó en los resultados de la investigación previamente realizada en el campo de las torres de control portuarias (VTMIS) y los servicios de información fluvial (RIS). Dicho proyecto pretendió ofrecer una plataforma que permitiera alcanzar una integración de los conceptos del VTMIS y los RIS, haciendo hincapié en las potenciales sinergias y relaciones, que debían ser desarrolladas y reforzadas entre la gestión de la información relativa al tráfico y el transporte en sí, y

---

<sup>142</sup> Ver también el apartado 6 del anexo IV



entre el tráfico marítimo de corta distancia y el interior. El proyecto fue liderado por el Instituto Francés de Navegación y participado por la Administración Costera Noruega, ISSUS (D) y el Ministerio Holandés de Transporte AVV.

## Anexo II. Conceptos generales del transporte intermodal

A continuación se han definido los conceptos generales del transporte intermodal que se han considerado interesantes para la comprensión de este proyecto. Dichos conceptos son extraídos del texto *El lenguaje del transporte intermodal* publicado por el Ministerio de Fomento.

- **Autopista del mar (*Sea motorway*):** Principales rutas de transporte marítimo con servicios portuarios destinadas a disminuir la congestión en áreas medioambientalmente sensibles.
- **Cadena de transporte (*Transport Chain*):** Secuencia de modos y nodos de transporte para el movimiento de la carga desde su origen a su destino, con uno o más trasbordos.
- **Centro de transporte (*Freight terminal*):** Plataformas logísticas centradas en el transporte por carretera. Implican a todas las empresas del sector del transporte, por lo que cuentan con un área logística bien consolidada y un área de servicios completa, pues incluye tanto los servicios a las personas y a los vehículos como centros administrativos de las empresas de transporte, centros de contratación de cargas...
- **Costes de fricción (*Frictional Costs*):** Constituyen una medida de la ineficiencia de las operaciones de transporte y se traducen en precios más elevados, más demoras y menos fiabilidad en los plazos, menos disponibilidad de servicios de calidad, limitaciones del tipo de mercancías, más riesgos de desperfectos, procedimientos administrativos más complejos...
- **Intermodalidad (*Intermodality*):** Sistema de transporte en el que dos o más modos de transporte intervienen en el transporte de un envío de mercancías de forma integrada sin procesos de carga y descarga, es una cadena de transporte puerta a puerta. Es un transporte segmentado, que se organiza con la ejecución de varios contratos independientes.

- **Modo de Transporte (*Mode of Transport*):** Tipología particular de transportar bienes o personas. De forma genérica, se distinguen tres modos de transporte: aéreo, marítimo y terrestre.
- **Multimodalidad (*Multimodality*):** Organización del transporte mediante la simultaneidad de diferentes modos para un mismo itinerario o en una zona geográfica concreta. Se organiza por un Operador de Transporte Multimodal (OTM) desde la puerta del vendedor hasta la puerta del comprador, mediante un contrato único, llamado Documento de Transporte Multimodal (DTM).
- **Plataforma logística (*Logistic centre*):** Puntos o áreas de ruptura de las cadenas de transporte y logística en los que se concentran actividades y funciones técnicas y de valor añadido.
- **Puerto Hub o nodo central (*Hub port*):** Puerto oceánico que aglutina una gran cantidad de contenedores, unos para ser distribuidos a su zona de influencia, mediante buques *feeder*, y otros para su posterior distribución, mediante buques oceánicos, a los puertos de destino final.
- **Puerto Seco (*Dry port*):** Terminal intermodal de mercancías situada en el interior de un país y que dispone de enlace directo con un puerto marítimo. Consta de una área intermodal ferrocarril/carretera, como área funcional principal, si bien puede tener asociadas otras áreas funcionales (servicios aduaneros...).
- **Red Transeuropea de Transporte, TEN-T (*Transeuropean Transport Network*):** Futura red europea básica de transporte que conectará, a partir del 2010, a los distintos países que forman la Unión Europea, con los siguientes objetivos:
  - Conseguir la interoperabilidad de los elementos de la red.
  - Construir las conexiones medulares necesarias para facilitar el transporte.
  - Integrar los distintos modos de transporte y la dimensión medioambiental de la red.
  - Optimizar las infraestructuras existentes.
  - Prever la ampliación de la UE a terceros países.

- **Terminal multimodal (*Multimodal terminal*):** Lugar equipado para el transbordo y almacenamiento de UTIs. Es el espacio físico donde las UTIs son transferidas de un modo a otro.
- **Transporte combinado (*Combined transport*):** Concepto utilizado por la Comisión Europea para designar el transporte intermodal de mercancías entre estados miembros de la UE, en el cual los recorridos principales se realizan habitualmente en tren, vía navegable o travesía marítima y con el mínimo recorrido posible por carretera, exclusivamente en la etapa inicial y la final.
- **Transporte combinado acompañado:** Transporte de un vehículo de transporte por carretera entero (o de UTIs) acompañado por el conductor, mediante otro modo de transporte (por ejemplo, ferry o tren). Se denomina no acompañado cuando no viaja con el conductor.
- **Transporte Intermodal (*Intermodal transport*):** Movimiento de mercancías en una misma unidad o vehículo usando sucesivamente dos o más modos de transporte sin manipular la mercancía en los intercambios de modo.
- **Transporte marítimo de corta distancia (*Short sea shipping*):** Transporte de mercancías por mar entre puertos europeos y entre puertos situados en Europa y puertos de terceros países ribereños de uno de los mares cerrados que sirven de frontera a Europa. Puede clasificarse siguiendo dos criterios: regularidad del servicio (regular o no regular) o tipo de carga transportada.
- **Transporte multimodal (*Multimodal transport*):** Movimiento de mercancías usando dos o más modos de transporte, cubierto por un contrato de transporte multimodal, entre lugares distintos. El transporte intermodal es un tipo de transporte multimodal.
- **Transbordo (*Transshipment*):** Movimiento de las UTI de un modo de transporte a otro. Puede efectuarse mediante equipos de elevación (Lo-Lo) o mediante ruedas (Ro-Ro).
- **Unidad de Transporte Intermodal (UTI):** es el contenedor, caja móvil o semiremolque adecuado para el transporte intermodal.

- **Zona de Actividades Logísticas (ZAL):** Plataformas logísticas vinculadas a puertos, que albergan actividades de segunda y tercera línea logística generalmente dedicadas a mercancías marítimas. Su implantación responde a los requerimientos de manipulación y distribución de mercancía marítima hacia y desde el hinterland portuario.

## **Anexo III. Transporte de Alta velocidad**

### **III.1 Normativa internacional para buques de alta velocidad**

Las convenciones internacionales ratificadas con respecto a los buques convencionales, y las regulaciones aplicadas, como una consecuencia de estas convenciones, han sido ampliamente desarrolladas considerando los aspectos de construcción y operación. Cuando un buque convencional obtiene el Certificado de Seguridad puede navegar en cualquier parte del mundo sin ninguna restricción. Los buques de alta velocidad presentan unas características diferentes de los convencionales y, por lo tanto, es necesaria una normativa específica para dichos buques, considerando unas limitaciones para asegurar un estándar de seguridad, al menos equivalente a los buques convencionales<sup>143</sup>.

#### **III.1.1 Código DSC**

El Código de Seguridad para buques soportados dinámicamente (*DSC Code*) fue adoptado por la Asamblea de la OMI el 14 de Noviembre de 1977 a partir de la resolución A.373(X), reconociendo que el criterio de diseño para buques soportados dinámicamente era diferente del de los buques convencionales, siendo la aplicación de las convenciones internacionales (como por ejemplo, el SOLAS) inadecuada para este tipo de buques. El Código es de aplicación a todos los buques construidos antes del 1 de enero del 1996, y precisa unos requisitos mínimos para transportar un máximo de 450 pasajeros y operando a una distancia de 100 millas náuticas de un lugar de refugio.

---

<sup>143</sup> Hoppe H., *International Regulations for High-Speed Craft an overview*. International Conference on Fast Sea Transportation Fast'2005. Junio 2005.

### **III.1.2 Código HSC – 1994**

El Código de Buques de Alta Velocidad del 1994 fue adoptado por el Comité de Seguridad Marítima (MSC) de la OMI el 20 de mayo del año 1994 a partir de la resolución MSC.36(63). Se reconoce el desarrollo continuo de los tipos y tamaños de buques de alta velocidad, los cuales no necesariamente tienen que estar soportados dinámicamente, incluyendo los buques de carga y los buques de pasaje transportando un número superior de pasajeros o bien operando a distancias superiores de las permitidas en el código DSC. Este código es de aplicación a todos los buques construidos después del 1 de enero del 1996 y antes del 1 de julio del 2002. Este código introduce los principios de protección y rescate.

### **III.1.3 Código HSC – 2000**

El Código de Buques de Alta Velocidad del 2000 fue adoptado por el Comité de Seguridad Marítima (MSC) de la OMI el 5 de diciembre del año 2000, a partir de la resolución MSC.97(73). Se reconoce el desarrollo de nuevos tipos y tamaños de buques de alta velocidad y las mejoras de los estándares de seguridad marítima. Este código es de aplicación a todos los buques construidos después del 1 de Julio del 2002.

### **III.1.4 Estado de los códigos**

El código DSC tiene una naturaleza recomendatoria y no es un instrumento obligatorio de la OMI. El Código HSC – 1994 fue de obligatoriedad a partir de la Resolución 1 de la conferencia del SOLAS de 1994, que entró en vigor el 1 de enero del 1996, y se incluyó en un nuevo capítulo X en las medidas de seguridad para los buques de alta velocidad en la convención SOLAS de 1974. El Código HSC – 2000 fue de obligatoriedad a partir de la Resolución MSC.99(73) que entró en vigor el 1 de Julio del 2002 y enmendó el capítulo X del SOLAS, incluyendo un nuevo párrafo.

Los códigos HSC (1994 y 2000), en la sección 1.15, contienen unas disposiciones para una revisión regular de los mismos, indicando que deberían realizarse a intervalos preferiblemente no superiores a cuatro años, para considerar los nuevos desarrollos en diseño y tecnología.

### III.2 Definición de Buque de Alta Velocidad (HSC)

Según el Código de Seguridad de los Buques de Alta velocidad (*HSC Code*) [sección 1.4.30], se define a los buques de alta velocidad como aquellos capaces de desarrollar una velocidad máxima igual o superior a:

$$V_{\max} = 3,7 \cdot \nu^{0,1667} \text{ Ecuación 1}$$

Donde  $V_{\max}$  es la velocidad máxima [m/s]

$\nu$  es el volumen de desplazamiento correspondiente a la flotación de proyecto [m<sup>3</sup>]

Con la salvedad de las naves cuyo casco está completamente sustentado por encima de la superficie del agua con la modalidad de sin desplazamiento por las fuerzas aerodinámicas generadas por el efecto de superficie.

Buque hidroala [sección 1.4.31]: es un buque cuyo casco queda completamente por encima de la superficie del agua en la modalidad de sin desplazamiento, estando sustentado por las fuerzas hidrodinámicas generadas por las aletas de soporte.

### III.3 Clasificación de los buques de alta velocidad

La definición de buque de sustentación dinámica y, posteriormente, buque de alta velocidad, se aplica a un extenso espectro de concepciones de buque, fruto de los diferentes caminos seguidos por la evolución tecnológica en el ámbito de la ingeniería naval.



Básicamente, los buques de alta velocidad se pueden dividir en dos grupos, los buques con desplazamiento y los buques sin desplazamiento.

### **III.3.1 Buques con desplazamiento**

Los buques con desplazamiento, también llamados buques vinculados al medio, son buques que, en condiciones normales de navegación, una pequeña parte del peso del buque está compensado por fuerzas dinámicas debidas a la velocidad. Estos buques presentan poco peso y, por lo tanto, son de poco calado lo que permite alcanzar altas velocidades. Dentro de esta categoría existen los siguientes tipos:

#### **III.3.1.1 Monocasco**

Los buques monocasco encarnan el buque convencional por excelencia. Hasta la década de los noventa, la inmensa mayoría de buques monocasco de gran velocidad eran pequeñas unidades derivadas de la náutica deportiva, destinadas al transporte de pasajeros. En los últimos años se ha producido una irrupción, en el seno de la navegación comercial de gran velocidad, de monocasco con esloras superiores a los cien metros, con grandes potencias instaladas y con sistemas de estabilización activos, destinados al transporte de pasajeros y carga rodada.

Las principales ventajas de los monocasco de alta velocidad son la construcción más sencilla y económica, la mejor adaptación a las estructuras portuarias existentes y la mayor capacidad de carga. Las principales desventajas de los monocasco de alta velocidad son la mayor superficie mojada, que requiere mayores potencias para alcanzar altas velocidades y la menor estabilidad que proporciona al pasajero un nivel de confort inferior.



Figura II: Monocasco de alta velocidad. (Fuente: [www.ship-technology.com](http://www.ship-technology.com))

### III.3.1.2 Multicascos

Dentro del concepto de multicasco, los catamaranes, o naves de doble casco, han alcanzado la hegemonía en el seno de la gran velocidad comercial.

Los catamaranes presentan diversas características que los hacen atractivos; al estar constituidos por dos cascos, las líneas de agua de los mismos son muy finas, obteniéndose coeficientes prismáticos relativamente bajos, en los finos de proa, que conjuntamente con la reducción de superficie mojada, les permita operar a elevadas velocidades, instalando potencias contenidas. A su vez, su configuración de doble casco les proporciona una elevada estabilidad transversal, garantizando el confort del pasaje con mares de través. Las ventajas de los catamaranes son la estabilidad, la capacidad de carga útil y un alto rendimiento relativo a la línea de flotación. Además, el diseño de estas naves permite una elevada capacidad de carga con esloras contenidas, gracias a sus generosas mangas. Los multicascos también presentan carencias, en concreto cabe destacar las deficiencias que presentan cuando se ven forzados a navegar con mar de proa, ya que los catamaranes cabecean de forma crítica. El concepto de multicascos es una configuración compleja, y por ello, una estructura costosa en su diseño y construcción.

Las dos principales zonas geográficas en las que se ha centrado el desarrollo del catamarán de navegación rápida han sido Escandinavia y Australia.



Figura III: Catamarán. (Fuente: [www.goldengateferry.org](http://www.goldengateferry.org))

### III.3.1.3 Catamaranes penetradores de olas

La evolución más relevante, dentro del concepto de catamarán, ha sido la aparición de los catamaranes penetradores de olas (*wave piercing catamaran*), de gran implantación a nivel mundial.

El concepto de catamarán penetrador de olas está basado en unos patines (semicascos), prolongados en la zona de proa, aumentando así la eslora de flotación respecto de los catamaranes convencionales. Dichos patines, en su extremo anterior, son extremadamente afinados disponiendo de muy poca obra muerta y proporcionando poca flotabilidad, con el objetivo de penetrar las olas reduciendo al máximo las aceleraciones verticales sobre el casco.

El concepto de catamarán penetrador de olas ha sufrido una vertiginosa evolución en la década de los noventa, de forma relevante en el transporte de pasajeros y carga rodada a gran velocidad.



Figura IV: Catamarán penetrador de olas. (Fuente: [www.ship-technology.com](http://www.ship-technology.com))

#### III.3.1.4 Catamaranes semisumergidos

Los catamaranes semisumergidos, también llamados SWATH (*Small Waterplane-Area Twin Hull*), son la evolución de los catamaranes clásicos, en los cuales se ha buscado alejar de la flotación la máxima superficie mojada, para así evitar la interacción de ésta con las olas, obteniéndose, así, semicascos con un bulbo sumergido corrido de proa a popa y muy afinados en la flotación.

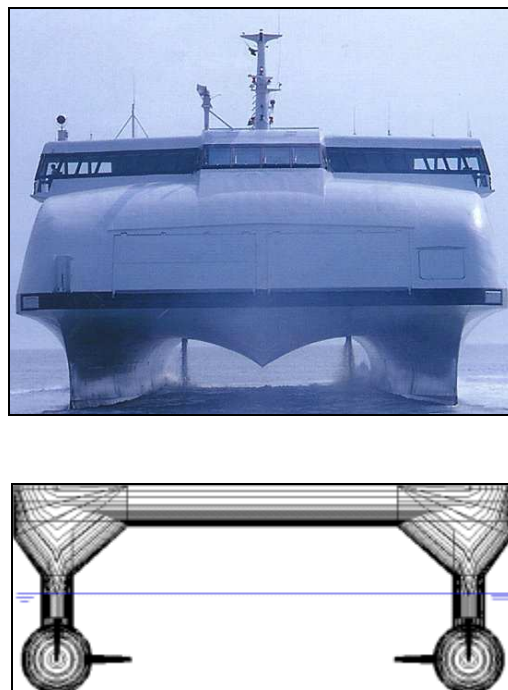


Figura V: SWATH y sección transversal. (Fuente: [www.ship-technology.com](http://www.ship-technology.com) y [www.swath.com](http://www.swath.com))

Este concepto de buque consigue combinar las excelencias en cuanto a resistencia transversal de los catamaranes, conjuntamente con una disminución de la interacción con el oleaje. Si bien los SWATHs son potencialmente viables como naves de gran velocidad comerciales, ya que pueden operar en condiciones de mar relativamente adversas, garantizando el confort del pasaje, cabe destacar que al disponer de una gran superficie mojada sumergida, requieren más potencia para navegar que los catamaranes convencionales de semidesplazamiento, con el consiguiente incremento de los costes que ello conlleva.

### **III.3.1.5 Catamaranes con aletas sustentadoras**

Un nuevo avance en la evolución de las naves comerciales de gran velocidad ha sido la incorporación de aletas sustentadoras (*foils*) a los catamaranes, emulando los clásicos *jetfoils*, a fin de sumar, a las características de los multicascos, la disminución de resistencia al avance y aceleraciones provocadas por el estado de la mar, que les pueden proporcionar la instalación de aletas sustentadoras dinámicas.

## **III.3.2 Buques sin desplazamiento**

También llamados independientes del medio, son aquellos que en un determinado momento y debido a su elevada velocidad se independizan en más o menos grado de la superficie de la mar. Se basan en la sustentación hidrodinámica o aerodinámica para elevar sus cascos completamente por encima de la superficie del agua, o parte de estos, con el objetivo de reducir la resistencia al avance. Entre ellos se diferencian:

### **III.3.2.1 Hidroalas**

Los hidroalas (o *hydrofoils*) fueron las primeras naves de alta velocidad comerciales, iniciando su brillante periplo dentro de la marina mercante mundial en la Italia de la posguerra.

El concepto de hidroala está basado en la teoría de perfiles de la industria aeronáutica. Son buques dotados de unas aletas o patines sustentadores, que cuando la embarcación navega con la suficiente velocidad producen un empuje vertical (*lift*) capaz de hacer emerger el casco del agua, reduciendo así la resistencia al avance, pudiendo alcanzar de esta forma elevadas velocidades, instalando potencias contenidas.

Los hidroalas operan perfectamente en aguas tranquilas pero pierden buena parte de sus excelencias cuando operan en aguas no protegidas.

Una de las ventajas más relevantes de los hidroalas respecto del resto de naves de gran velocidad es la relativa poca potencia que requieren para navegar a elevadas velocidades, reduciendo por tanto, el consumo de combustible.



*Figura VI: Hidroala. (Fuente: [www.powerboattv.com](http://www.powerboattv.com))*

### **III.3.2.2 Jetfoils**

La mayor evolución dentro del concepto del hidroala se produjo con la aparición del "Boeing 969 Jetfoil". El jetfoil nace de los estudios realizados por la Marina de los Estados Unidos durante la década de los sesenta. Los jetfoils tuvieron una amplia aplicación militar y en 1975 entró en operación el "Madeira", primer jetfoil comercial dedicado al transporte de pasajeros. Los jetfoils, como nave de pasaje de gran

velocidad, han proporcionado un aceptable rendimiento comercial a sus operadores, con una amplia implantación en todo el mundo, gracias a su elevada velocidad de operación (superior a 40 nudos), y al confort proporcionado.

El sistema de patines está formado por un solo tirante o apéndice vertical en proa, que lleva en su extremo el patín horizontal provisto de alerones orientables en el borde de salida. El conjunto tiene forma de T invertida, y puede girar alrededor de un eje vertical sirviendo de timón en la navegación a toda marcha. En popa existen tres tirantes verticales unidos a un solo patín horizontal. El tirante o apéndice central tiene una toma de agua en su extremo inferior y conduce el líquido por su interior hasta los propulsores a chorro situados en el interior del casco, que aceleran el agua, expulsándola a gran velocidad y dando el empuje necesario para la marcha. Los conjuntos tirantes – patines pueden girar hasta quedar horizontales; de esta manera, el atraque se produce con el barco navegando sobre su casco y la aspiración del agua para los propulsores se realiza por una toma a ras del casco.



*Figura VII: Jetfoil. (Fuente propia)*

### **III.3.2.3 Aerodeslizadores**

El concepto de aerodeslizador (*hovercraft*) se basa en que la embarcación navega sobre un colchón de aire, forma una cámara de aire presurizado debajo del casco, el cual sustenta el casco y reduce la resistencia.

Los hovercrafts tienen una elevada velocidad de operación, carácter anfíbio y capacidad de levantar poca ola.

Los aerodeslizadores se ven afectados por el estado de la mar, impidiéndoles, con excesiva frecuencia, cumplir con el horario y la rotación prevista. Son naves con un elevado coste de construcción, mantenimiento y operación.

El futuro inmediato de los hovercrafts radica en embarcaciones pequeñas, construidas con estructuras mucho más sencillas, y con motores diesel que sean fiables. Aparte de la British Hovercraft Corporation y algunos constructores especializados en Inglaterra, sólo China y Japón parecen mostrar cierto nivel de actividad en el diseño y construcción de aerodeslizadores totalmente anfíbios para su uso en el transporte. Sin embargo, en otros lugares están apareciendo compañías más pequeñas que, en una escala más reducida, desarrollan diseños concretos para aplicaciones más especializadas.



*Figura VIII: Hovercraft. (Fuente: [www.wightindex.com](http://www.wightindex.com))*

#### **III.3.2.4 Buques de efecto superficie**

Los buques de efecto superficie, más conocidos como SES (*Surface Effect Ship*), son el resultado de la unión del concepto de los aerodeslizadores conjuntamente con el del catamarán, pretendiendo aglutinar las excelencias de ambos.



Según el punto de vista en que se observen los SES, se pueden definir como un aerodeslizador de costados rígidos o como un catamarán cuyo túnel, cerrado por proa y popa, está presurizado durante la navegación. Si bien, observando con detenimiento la evolución histórica de los SES, se entiende que la segunda de las definiciones se ajusta más a la concepción de los mismos.

Los SES engloban las características propias de los catamaranes, unidas a que, al tener el túnel presurizado, durante su operación normal en navegación los cascos emergen, reduciéndose su superficie mojada, disminuyendo por tanto la resistencia al avance.

Debido, fundamentalmente, a la complejidad técnica que entrañan y a que los beneficios que comportan no son suficientemente relevantes, la implantación de los SES en la navegación de gran velocidad comercial no ha sido relevante hasta nuestros días.



Figura IX: Buque de efecto superficie. (Fuente: [www.islandengineering.com](http://www.islandengineering.com))

### III.3.2.5 Buques de cavidad de aire (ACS)

Un buque de cavidad de aire o ACS (*Air Cavity Ship*) es un tipo de buque en el que se inyecta aire en la parte inferior del casco, reduciendo significativamente la obra viva y consecuentemente la resistencia hidrodinámica.

El concepto ACS está basado en una ventilación adecuada en el fondo del casco (cavitación artificial). El gas se suministra en el fondo de un perfil especial, produciendo una capa de aire estable la cual separa una parte del fondo del contacto con el agua reduciendo la resistencia hidrodinámica.

### III.3.2.6 Ekranoplan

Los ekranoplans son buques de alta velocidad que vuelan a poca altura, o navegan por encima de la superficie del agua. Este tipo de buque está “flotando” gracias al efecto que produce la formación de un cojín de aire de alta , formado entre las alas y la superficie. Este efecto se denomina efecto suelo. No es un avión porque no puede navegar sin el efecto suelo, siendo la altura de operación limitada en función del tamaño del buque.



Figura X: Ekranoplan. (Fuente: [www.se-technology.com](http://www.se-technology.com))

### III.4 Limitaciones operacionales

Las limitaciones operacionales constituyen uno de los aspectos más problemáticos en la explotación de buques de alta velocidad. Adicionalmente, los buques de alta velocidad operan en líneas de corto alcance y con una elevada rotación; esto implica una gran cantidad de operaciones portuarias, con el consiguiente incremento del riesgo de abordajes con el resto de tráfico en las radas y dársenas y colisiones con instalaciones fijas. Los cascos de aluminio y materiales compuestos resultan extremadamente sensibles a los posibles impactos, si son comparados con los buques de acero convencionales.

Los buques de alta velocidad no pueden operar sin restricciones y es necesario definir unas limitaciones operacionales. El Código HSC (2000) incorpora varias medidas para determinar los límites operacionales para que los buques de alta velocidad puedan operar con seguridad.

**Limitaciones operacionales [sección 1.4.41]:** limitaciones de la nave por lo que respecta a sus características de manejo, control y comportamiento y procedimientos operacionales a que se ha de ajustar la explotación de la nave.

**Peores condiciones previstas [sección 1.4.61]:** condiciones ambientales específicas en que se prevé que pueda operar la nave y que figuran en su correspondiente certificado. En ellas se tendrán en cuenta parámetros tales como las condiciones desfavorables admisibles del viento, la altura significativa de las olas (incluyendo combinaciones desfavorables de la longitud y dirección de las olas), la temperatura mínima del aire, la visibilidad y profundidad del agua para operar sin riesgos y otros parámetros que la administración pueda exigir teniendo en cuenta el tipo de nave y la zona de operaciones.

En realidad, el permiso de explotación raramente hace referencia a estos parámetros, exceptuando la altura significativa de la ola.

**Permiso de explotación para naves de alta velocidad [sección 1.9]:** una nave no prestará servicio comercial a menos que se le haya expedido un permiso de explotación para naves de gran velocidad a parte, del certificado de seguridad para naves de gran velocidad. Lo expedirá la Administración marítima.

Existen algunas enmiendas relativas a las limitaciones operacionales del código HSC 2000: *Las diferentes administraciones imponen diferentes limitaciones operacionales en el Permiso de Explotación, para el mismo diseño de buque de alta velocidad. Muchas autoridades simplemente repiten las limitaciones operacionales estructurales de la Sociedad de Clasificación en el Permiso de Explotación.*

Las limitaciones operacionales se pueden dividir en tres sectores:

1. Las que afectan la seguridad del buque en general.
2. Las que afectan la seguridad del pasaje y la tripulación específicamente.
3. Las que afectan la seguridad de las personas fuera del buque.

### **III.5 Impacto medioambiental de los buques rápidos**

La proliferación de los buques de alta velocidad en rutas costeras y en aguas abrigadas, durante los años 80 y 90, fue el resultado inevitable del avance de la tecnología, dando al transporte marítimo opciones a un coste aceptable para el mercado. Muchas de estas rutas de alta velocidad han presentado numerosos conflictos entre los operadores y las autoridades medioambientales, costeras y marítimas. Este nuevo transporte de alta velocidad tiene inevitables consecuencias medioambientales: erosión de las costas, contaminación del aire y ruido, erosión del fondo del mar, el efecto del *wake wash*, impactos en el hábitat de la fauna y riesgos para la navegación.

#### **III.5.1 Wake Wash**

*El Portsmouth Express estaba operando próximo a la costa cuando volvía hacia Portsmouth, después de un periodo de reparaciones en Southampton. A bordo, el capitán, el oficial y el práctico no eran conscientes de la estela que el buque estaba produciendo. Cuando la estela llegó a la costa, se formaron una serie de enormes olas rompientes que aparecieron en la playa en forma de pared de mar, mojando la carretera y el parque situados detrás de la playa.*

*Antes de la llegada de este conjunto de olas la mar estaba en calma. Varias personas resultaron heridas y una de ellas fue arrastrada hacia la mar.*

Cuando un buque es propulsado, produce un movimiento del agua que se conoce como estela o *wake*. Este movimiento produce unas olas denominadas *wake wash waves*. Cuando el buque navega a alta velocidad se forman olas muy largas que pueden producir, una vez llegan a tierra, olas rompientes afectando la costa y a los bañistas. Las pequeñas embarcaciones corren el riesgo de cabecear o varar durante los senos de las olas con largos periodos y los grandes buques atracados pueden romper amarras y provocar un peligro contra el muelle.

El *wake wash* es uno de los problemas medioambientales que más preocupan. Para poder reducir el peligro que entraña, es necesaria una evaluación de riesgo del *wake wash* en rutas antes de establecer un nuevo servicio, y la introducción de un criterio operacional en el Permiso de Explotación. Existirán algunas rutas que simplemente no tendrán éxito con buques de alta velocidad si se mantienen unos criterios básicos de desarrollo sostenible ecológicamente<sup>144</sup>.

Las características del *wake wash* se pueden estudiar a partir de la combinación de las pruebas realizadas en los tanques de remolque de grandes modelos con las simulaciones numéricas.

Entre otros, este fenómeno depende básicamente de los siguientes parámetros:

- Forma y configuración del casco.
- Eslora.
- Desplazamiento.
- Tipo de propulsión.
- Velocidad del buque, y relación del cambio de velocidad.
- Rumbo, y relación del cambio de rumbo.
- Profundidad del agua.
- Topografía y rugosidad del fondo.
- Condiciones de ola prevalecientes y las corrientes de marea.

---

<sup>144</sup> Cox, G. (2000). *Sex, lies and wave wake*. Hydrodynamics of High Speed Craft: wake wash & Motions Control. London.

Las olas gravitacionales, como son las olas *wake wash*, tienen una velocidad máxima que es una función de la longitud de la ola y de la profundidad del agua. Cuando la profundidad del agua se reduce a menos de un catorceavo de la longitud de la ola, la velocidad de la ola únicamente es una función de la profundidad del agua.

En aguas profundas la energía se dispersa a la ola subsiguiente y como consecuencia aparecen nuevas olas. Esta propiedad de dispersión de las olas explica porque la estela producida cerca de la derrota del buque tiene pocas olas si se compara con una distancia superior. En contraste, las olas en aguas someras no tienen dispersión, y la energía se mantiene en cada ola.

El parámetro principal para definir la generación del *wake wash* es el número de Froude en profundidad ( $Fr_h$ ). El  $Fr_h$  es la relación entre la velocidad del buque y la profundidad del agua, y viene definido por:

$$Fr_h = V_s / \sqrt{g \cdot h} \text{ Ecuación 2}$$

Donde:

$V_s$  Velocidad del buque [m/s]

g Aceleración [ $m/s^2$ ]

h Profundidad del agua [m]

En función del valor  $Fr_h$ , con la misma velocidad del buque, se clasifica:

- Velocidad sub-crítica:  $Fr_h < 0,8$  (aguas profundas)
- Velocidad próxima a la crítica:  $0,8 < Fr_h < 1,1$
- Velocidad súper-crítica:  $Fr_h > 1,1$  (aguas someras a muy someras)

Cuando el  $Fr_h$  tiene un valor próximo a 1 la velocidad asociada se conoce como velocidad crítica, y es la peor condición en que puede navegar un buque. Por ejemplo, en un buque con una velocidad operacional de 40 nudos, el buque se encontrará en condición sub-crítica con profundidades superiores a los 50 metros y pasará de crítica a supercrítica cuando la profundidad disminuya. Si la velocidad del

buque se disminuye en aguas someras, se produce la secuencia de crítica a subcrítica.

En el caso de buques convencionales, cuando se navega próximo a la velocidad crítica, la ola induce un incremento de resistencia que la mayoría de buques no tienen suficiente relación potencia/peso para sobrepasar hacia la región supercrítica. Los buques de alta velocidad tienen una relación alta, de magnitud superior a los buques convencionales debido a su desplazamiento relativamente más ligero y a las formas del casco más delgadas, tanto en monocasco como en multicascos, y pueden fácilmente pasar a la velocidad crítica.

### III.5.1.1 Velocidad Sub-crítica

Cuando el valor del  $F_n < 0,8$  la ola viene representada por el modelo clásico de estela de Kelvin, con una serie de olas transversales y divergentes que cruzan en un punto donde el ángulo es el denominado del límite de estela.

El  $F_n$  aumenta con un incremento de la velocidad, una reducción de la profundidad del agua o ambos. En estas condiciones, las propiedades de la ola empiezan a cambiar.

La siguiente figura muestra un modelo de ola de un buque navegando en aguas profundas, también denominado modelo de ola sub-crítico o de Lord Kelvin.

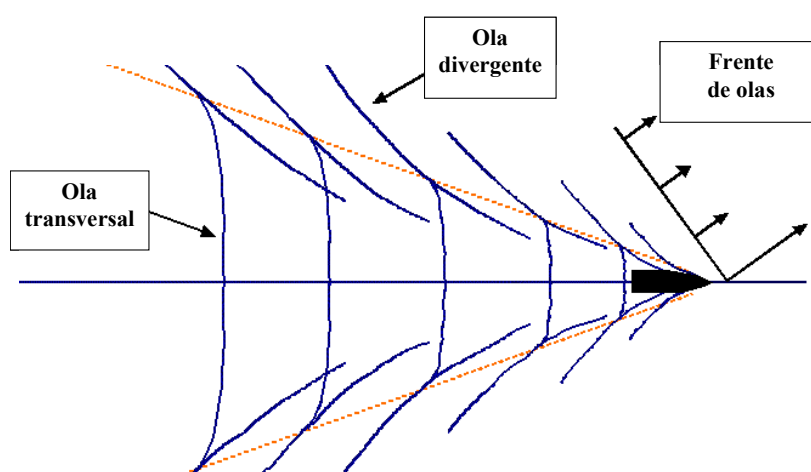


Figura XI: Velocidades Sub – críticas. (Fuente: <http://chl.wes.army.mil/research/navigation/GulfportWorkshop/AlanBlume.pdf>)

### III.5.1.2 Velocidad Crítica

Entre  $F_{nh}$  de 0,8 y 1,1 las olas largas se convierten en menos dispersas.

Al número de Froude crítico, 1, la velocidad del buque es igual a  $\sqrt{g \cdot h}$ . En este punto, la energía no se disipa a lo largo del tren de olas lejos del buque, y se forma un grupo de ola única con frentes perpendiculares a la derrota del buque. El proceso viene ilustrado en las siguientes figuras:

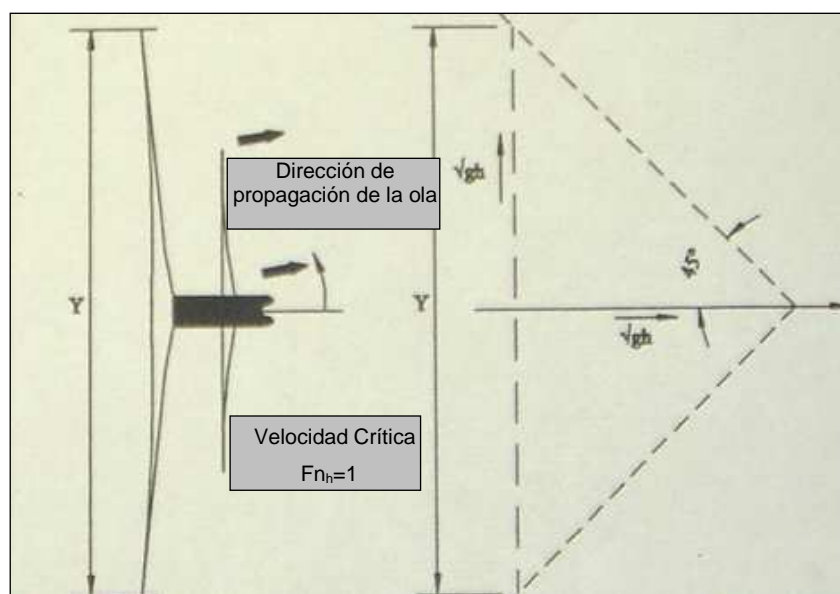


Figura XII: Modelo de ola de estela crítica. (Fuente: Marine accident investigation Branch: High speed craft Portsmouth Express. 2002)

### III.5.1.3 Velocidad Super-crítica

Para velocidades superiores el buque pierde el largo periodo de las olas, y éstas no son capaces de seguir la travesía del buque. Las crestas y los senos de las olas son líneas curvadas continuamente, de forma opuesta a las cortas crestas y senos del modelo de ola sub-crítica.



En la región supercrítica, el modelo de la estela tiene otra apariencia, como se observa en la siguiente figura:

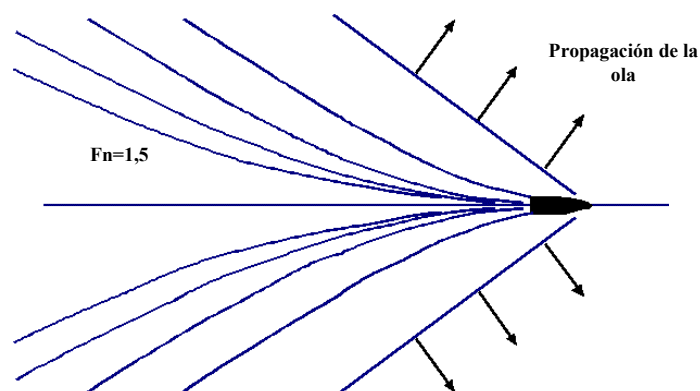


Figura XIII: Modelo de ola súper-crítica. (Fuente: <http://chl.wes.army.mil/research/navigation/GulfportWorkshop/AlanBlume.pdf>)



Figura XIV: Fotografía aérea de un catamarán navegando a con una velocidad súper-crítica. (Fuente: <http://chl.wes.army.mil/research/navigation/GulfportWorkshop/AlanBlume.pdf>)

#### III.5.1.4 Acciones

Como conclusión, para predecir el efecto del *wake wash* se deben de tener en cuenta los siguientes factores:

- Desde el punto de vista del buque: las formas, el desplazamiento, el trimado, la velocidad, la eslora y los posibles cambios de rumbo.

- Desde el punto de vista de la zona donde se navega: la profundidad, las configuraciones físicas, las características de la línea de costa y las características de las olas cuando se produce el impacto con la costa.
- El momento de la reducción de la velocidad.

Algunas acciones que se pueden realizar para evitar el *wake wash* son:

- Aumentar la distancia a la costa.
- Reducir la velocidad.
- Atravesar el rango de la velocidad crítica (números de Froude entre 0,8 y 1,1) lo más rápidamente posible durante el proceso de aceleración/reducción de la velocidad.
- Tener en cuenta que los efectos de la estela varían con la marea. Con marea alta los efectos son peores.
- Cada buque debería tener una tabla de relación velocidad/profundidad para producir poca estela.
- Existe riesgo de superposición de trenes de olas cuando dos buques rápidos navegan en el mismo rumbo.
- Se debe tener en cuenta los resultados de alterar el rumbo cuando se navega a velocidad, y cerca de tierra.

A pesar de que la reducción de la velocidad disminuye el efecto del *wake wash* y, a su vez, el número de quejas por parte de bañistas y embarcaciones, entonces el tiempo del trayecto es superior, y esto influye en el éxito comercial del servicio<sup>145</sup>. Es necesario realizar unas medidas operacionales para reducir los efectos inaceptables del *wake wash* sin reducir en exceso el tiempo del trayecto.

Antes de poner en marcha un nuevo servicio, se debe:

- Realizar un informe de la ruta para evitar o reducir el *wake wash*.
- Identificar los “puntos calientes” donde el *wake wash* se puede concentrar e identificar los puntos de estudio específico.

- Para ello, se dividirá la ruta en secciones, y en cada una de ellas se realizará una evaluación de riesgo (RA). Un RA da unas guías operacionales completas a la ruta, y los consecuentes métodos para asegurar que los riesgos estén controlados.
- Realizar un análisis detallado del wash para todos los viajes próximos a tierra y/o en aguas someras.

Stena Line		Stena Voyager	
<b>HIGH SPEED CRAFT ROUTE RISK ASSESSMENT</b>			
Assessment No. <i>RA6 SB</i>			
This record considers the above named vessel route plan from <i>Stranraer</i> to <i>Belfast</i> and assesses the risk to other mariners, persons on the shoreline and the environment as a result of waves or wash generated by the vessel.			
Date: 20 <sup>th</sup> January 2000		Assessment leader: <i>Senior Master Chris Cain</i>	
Passage Plan sector From : 75 mt. Contour		To : Fairway Buoy	
<b>PERCEIVED HAZARD OR RISK.</b>			
<i>Super Critical Waves reaching beaches and vessels at Kilroot Jetties, shorelines of Belfast Lough. Critical Waves travelling into Belfast Lough if vessel does not transit Critical Speed Range quickly enough. Transit from Sub Critical High Speed to Super Critical at approx 43 mts depth.</i>			
<b>RISK ASSESSMENT (TICK NUMBER)</b>			
<b>HAZARD SEVERITY</b>		<b>LIKELIHOOD OF OCCURRENCE</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> 5	VERY HIGH	<input type="checkbox"/> 5	VERY LIKELY
<input type="checkbox"/> 4	HIGH	<input checked="" type="checkbox"/> 4	LIKELY
<input type="checkbox"/> 3	MODERATE	<input type="checkbox"/> 3	QUITE POSSIBLE
<input type="checkbox"/> 2	SLIGHT	<input type="checkbox"/> 2	POSSIBLE
<input type="checkbox"/> 1	NIL	<input type="checkbox"/> 1	UNLIKELY
	X		= <input type="text" value="20"/>
<b>CONTROL MEASURES NECESSARY OR IMPLEMENTED</b>			
<i>Strict compliance with SMSO Nos 7 &amp; 47. Rapid reduction of speed through Critical Speed Range essential. If vessel does not transit Critical Speed Range then speed is to be reduced quickly to Sub Critical.</i>			
Ref: SMSO Nos 7 and 47			
<i>Mats Feldtman 20.05.99 page no. 17&amp;18</i>			
<i>KMM Reports "Revised Route into Belfast Lough" &amp; "Alternative HSS Routines Inbound to Belfast"</i>			
<b>RESULTS AFTER RECOMMENDATIONS IMPLEMENTED</b>			
<b>HAZARD SEVERITY</b>		<b>LIKELIHOOD OF OCCURRENCE</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> 5	VERY HIGH	<input type="checkbox"/> 5	VERY LIKELY
<input type="checkbox"/> 4	HIGH	<input type="checkbox"/> 4	LIKELY
<input type="checkbox"/> 3	MODERATE	<input type="checkbox"/> 3	QUITE POSSIBLE
<input type="checkbox"/> 2	SLIGHT	<input checked="" type="checkbox"/> 2	POSSIBLE
<input type="checkbox"/> 1	NIL	<input type="checkbox"/> 1	UNLIKELY
	X		= <input type="text" value="10"/>
<b>REMARKS.</b>			
<i>Warning Signs at access points to Beaches where possible risks exist. These are especially useful to visitors to the area who may not be aware of Fast Ferry operations. Position for reduction to Sub Critical detailed in SMSO. No 47 dependant on tidal height and occupancy of berths at Kilroot. Note Whitehead and Bangor Yacht Clubs are within this area.</i>			
<b>RISK RATING</b>	<b>ACTION AND TIMESCALE</b>		
1-5 TRIVIAL	No action is required.		
6-10 TOLERABLE	No additional controls are required. Monitoring is required to ensure that the controls are maintained.		
11-15 MODERATE	Efforts should be made to reduce the risk, but the costs of prevention may be taken into account. Risk reduction measures should be implemented within a defined time period. Where the moderate risk is associated with extremely harmful consequences, further assessment may be necessary to establish more precisely the likelihood of harm as a basis for determining the need for improved control measures.		
16-20 SUBSTANTIAL	Voyage should not be started until the risk has been reduced. Considerable resources may have to be allocated to reduce the risk. Where the risk involves work in progress, urgent action should be taken.		
21-25 INTOLERABLE	Voyage not be started or continued until the risk has been reduced. If it is not possible to reduce risk even with unlimited resources, passage has to remain prohibited.		

Figura XV: Ejemplo de una evaluación de riesgo RA de un buque de alta velocidad. (Fuente: Cain, 2000)

Las autoridades portuarias, a través de los prácticos de buques de alta velocidad, deben tener un análisis detallado del wash para todos los movimientos de los buques

<sup>145</sup> Cain, C. (2000). *Wake/Wash – An operator viewpoint-passage plans & risk assessment.*

de alta velocidad. En caso de no disponer de él, el práctico debería insistir que el buque debe navegar a una velocidad moderada.

### **III.6 Meteorología**

Las condiciones meteorológicas juegan un papel importante y, a veces decisivo para la navegación de los buques de alta velocidad, ya que pueden hacer variar el rumbo, causar averías en la carga transportada e incluso mareo y daños a la tripulación o pasaje.

A pesar de las nuevas tecnologías utilizadas en los buques de alta velocidad, las malas condiciones meteorológicas pueden afectar al servicio, y variar el tiempo de entrega de la mercancía.

Uno de los objetivos del Código de Buques de Alta Velocidad es establecer unos niveles de seguridad que sean equivalentes a los prescritos para los buques convencionales.

Los buques de alta velocidad deben disponer de un “Manual de Operaciones”, en el que se expongan “las limitaciones operacionales incluidas las peores condiciones previstas”.

Las Sociedades de Clasificación también establecen limitaciones operacionales mediante tablas, en las cuales se determina la función de la altura significativa de la ola, con la velocidad máxima a la que puede operar el buque.

Highest Allowable Speed(knots)	Significant Wave Height, H1/3(m)
35	0.0-1.5m
30	1.5-3.0m
25	3.0-3.5m

Seek shelter at slow speed 3.5m and above

*Figura XVI: Limitación de la velocidad en función de la altura significativa de la ola estipulado por la Sociedad de Clasificación para el buque Nixe que realiza la ruta Ibiza –Formentera. (Fuente: Proyecto fin de carrera de la Licenciatura en Náutica y Transporte Marítimo “WAKE-WASH. Efectos sobre la ruta Ibiza – Formentera”)*

## **Anexo IV. Estudios y proyectos relacionados con el transporte marítimo de rápido asociado al TMCD**

A continuación se detallan algunos estudios y proyectos relacionados con el transporte marítimo rápido asociado al Transporte marítimo de Corta Distancia. La Comisión Europea promocionó algunos de estos proyectos de investigación relacionados con el transporte marítimo de corta distancia y los buques de alta velocidad en el 4º y 5º Programa Marco, un programa de desarrollo tecnológico e investigación patrocinado por la Unión Europea.

### **IV.1 Estudio comparativo camión/buque de alta velocidad en la Costa del Golfo de los Estados Unidos**

Este estudio comparativo fue realizado por el Dr. Latorre de la Universidad de New Orleans y por el Capitán Foley de la Universidad de South Alabama en el año 1999<sup>146</sup>. El objetivo principal era el de realizar un análisis comparativo entre el transporte terrestre y el marítimo de alta velocidad en Estados Unidos. A continuación se describe brevemente el estudio realizado.

En Estados Unidos, se considera que los trayectos son cortos cuando tienen un radio de 160 kilómetros y el tiempo entre la salida y la vuelta es inferior a 12 horas consecutivas. Un conductor no puede conducir más de diez horas durante un periodo de las 12 horas.

Si los trayectos son más largos, el camionero tiene que tener un registro diario donde anotará el total de millas conducidas y el número de registro de cada conductor. En el caso de los trayectos de largas distancias, los camiones tienen que tener grandes cabinas para poder alojarse para dormir. En el caso de que el operador sea un propietario independiente tendrá que realizar una gran inversión comparándolo con el camión de corto recorrido (alrededor de los 156.000-234.000 euros comparados con los 110.000-140.000 euros). La autopista principal en la Costa del Golfo es la I-10,

con un límite de velocidad de 105 km/h. Esta autopista atraviesa 5 estados (Texas, Louisiana, Missisipi, Alabama y Florida). En cada estado los camiones tienen que parar en una estación de pesado para una inspección y pagar las tasas de carretera, añadiendo costes y retrasos en el transporte por carretera.

Para realizar el estudio comparativo de los costes del transporte a partir de diferentes modos de transporte se optó por tres rutas diferentes:

- Houston – Mobile: 759 km
- New Orleans – Tampa: 1059 km
- Houston – Tampa: 1588 km

La tarifa normal para un camión en Estados Unidos era de 1,56-1,94 euros/milla para un trailer de 17,5-18 Tm a 88-96 km/h.

Para realizar el estudio comparativo con el camión se estudiaron dos buques de características diferentes:

1. Buque rápido Ro-Ro, velocidad 28 nudos con capacidad de 100 tráileres estándares.
2. Buque de alta velocidad Ro-Ro, velocidad de 40 nudos con capacidad de 40 tráileres estándares.

El cálculo de los costes para las tres rutas en función del modo de transporte dio como resultado los siguientes valores:

	Tarifa camión	Tarifa buque rápido	Tarifa buque alta velocidad
Houston-Mobile	740 euros	624 euros	935 euros
New Orleans - Tampa	1013 euros	818 euros	1170 euros
Houston – Tampa	1560 euros	1286 euros	1871 euros

*Tabla 1: Cuadro comparativo de costes entre modos de transporte del estudio analizado. (Fuente: Latorre, R. & Foley R., 1999)*

---

<sup>146</sup> Latorre, R. & Foley R. (1999). *High Speed Coastal Transport Emergence in the U.S.* <http://www.ccdott.org/>.

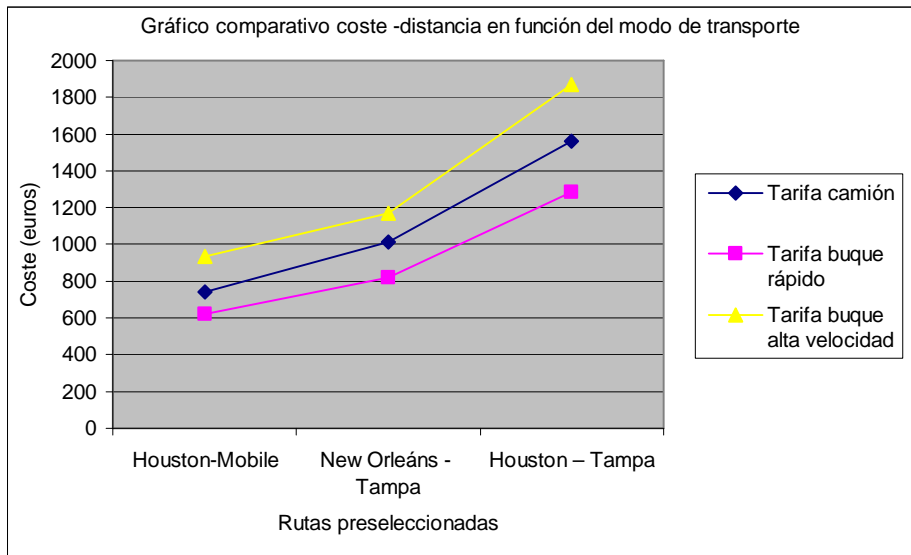


Figura XVII: Gráfico comparativo coste-distancia en función del tipo de transporte. (Fuente propia a partir del artículo de Latorre & Foley, 1999)

Se puede observar que la tarifa más económica en los tres casos es en el transporte marítimo con el buque rápido (28 nudos).

En este estudio se concluyó que el buque rápido ofrecía ahorros del 15-19% en cada movimiento del trailer puerta a puerta y que el buque de alta velocidad (40 nudos) debería pagar un cargo superior en relación a la tarifa del camión en los tres casos.

## IV.2 Proyecto Italian Sea Motorways

Este proyecto fue desarrollado gracias a la cooperación entre diferentes compañías italianas relacionadas con la industria marítima y el gobierno italiano. En él se realizó una comparación de costes y tiempo de tránsito entre la alternativa terrestre y la marítima desde el punto de vista del usuario (entre otros conceptos). La iniciativa del proyecto fue del Partido Verde de la Región de la Toscana, y lo llevaron a cabo la Road Huiers Association y la compañía Grande Navi Veloci. Dos camiones realizaron la ruta entre Livorno y Palermo, uno por carretera y el otro a bordo de un buque a 23 nudos. Se compararon los costes, el tiempo de tránsito, la velocidad, la seguridad, el nivel de polución y la fiabilidad.



La conclusión del proyecto fue que el transporte de un camión utilizando el transporte multimodal, en un buque Ro-Ro a 23 nudos es más económico que el transporte por carretera, a parte de ofrecer más calidad en términos de seguridad, tiempo y aspectos medioambientales.

### IV.3 Proyecto EMMA

*European Marine Motorways, the potential for transferring freight from road to high speed sea transport system*<sup>147</sup>. Proyecto parcialmente subvencionado por la Comisión Europea y desarrollado en el marco del 4º Programa Marco, trataba sobre la viabilidad comercial y económica del servicio de alta velocidad desde el punto de vista del operador de unas rutas concretas para la transferencia de la carga del modo terrestre al marítimo. El proyecto pretendió evaluar la competitividad de los buques transbordadores de alta velocidad, para trasvasar la carga de las congestionadas carreteras europeas a las líneas marítimas. Éste se inició en agosto del año 1996 y tuvo una duración de 27 meses<sup>148</sup>. En ese tiempo el auge de los buques transbordadores de alta velocidad se había recién iniciado, y sus capacidades para transportar carga suponían una opción alternativa al transporte por carretera y una opción con tasas de accidentabilidad y contaminación inferiores.

El objetivo por tanto de este proyecto, fue el de evaluar la relación coste-beneficio y la posibilidad de trasladar carga a servicios de transbordador de alta velocidad en largas distancias, desglosándose en los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el volumen existente de tráfico por carretera para identificar esas áreas de la Comunidad Europea donde la transferencia de carga a las rutas marítimas sea posible.
- Llevar a cabo un estudio en profundidad de tres rutas identificadas en el apartado anterior, en diferentes regiones, para evaluar los requisitos y actitudes de los potenciales usuarios.

---

<sup>147</sup> Baird, A. & Martin, E. (1998). *Fast Freight Ferries as an instrument of modal shift from road to sea*. Paper nº1, International Conference on Fast Freight Transportation by sea.

<sup>148</sup> Ver también Anexo I, punto 2.1

- Investigar y especificar la tecnología, infraestructura, niveles de servicio y costes operativos requeridos por el transbordador marítimo y los operadores portuarios para una efectiva sustitución de los servicios por carretera.
- Prever y analizar la viabilidad comercial de un transbordador de estas características en cada escenario comercial, y los posibles obstáculos que pueda tener.
- Evaluar el impacto de los servicios del transbordador marítimo en los flujos de transporte por carretera y sobre el empleo, esbozando los resultados del concepto propuesto.

#### **IV.4 Proyecto UK Marine Motorways Study**

Este proyecto, que se realizó entre el año 2002 y 2003, fue financiado por el Engineering & Physical Sciences Research Council (EPSRC) y el UK Department for Transport (DfT) a través del DfT LINK Future Integrated Transport (FIT) Programme. Fue llevado a cabo por la Universidad de Napier, la Universidad de Heriot-Watt y diferentes industrias del sector especialistas con puertos, transporte por carretera, logística del transporte, construcción naval, transporte por ferry y desarrollo económico.

El objetivo de este proyecto era el de establecer la viabilidad funcional y comercial de los servicios de transporte de mercancías por ferry rápido en las rutas de navegación costeras del Reino Unido como alternativa al transporte de larga distancia por carretera.

Las conclusiones del proyecto EMMA y el UK Marine Motorways son muy parecidas: ambas sostienen que los buques de alta velocidad actualmente no son competitivos comparados con el transporte por carretera y los costes son un 30% superiores.

## IV.5 Proyecto SPIN-HSV

El proyecto SPIN-HSV, *Shipping quality and safety of High Speed Vessels, terminals and Ports operations In Nodal points*, es un proyecto de investigación cofinanciado por la Comisión Europea en el *5<sup>th</sup> Framework Programme for Research and Development*. Los objetivos principales del proyecto eran:

- Definir las estrategias de fiabilidad y de mercado para los buques de alta velocidad en el transporte intermodal.
- Definir unas recomendaciones y guías para mejorar la seguridad y la compatibilidad medioambiental, así como asegurar el confort del pasaje en las operaciones de los buques de alta velocidad.
- Proponer las especificaciones sobre las infraestructuras marítimas, incluyendo soluciones para mejorar las operaciones portuarias, disminuir el efecto del *wake wash* en el medioambiente y realizar recomendaciones a las políticas de la Unión Europea para la integración de los buques de alta velocidad en la cadena logística.

Del proyecto SPIN-HSV se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. La utilización de los buques de alta velocidad puede mejorar la competitividad con el transporte por carretera (carga) y con el aéreo (pasaje). Sin embargo, esto no sería suficiente sin la mejora de las facilidades portuarias para reducir el tiempo total de tránsito.
2. El aumento de velocidad sólo es comercialmente viable en ciertas rutas y condiciones: buen tiempo durante todo el año, demanda elevada para poder asumir una alta frecuencia y situación geográfica adecuada.
3. Se ha demostrado que los buques de alta velocidad en ciertas rutas pueden ser más contaminantes que el transporte tradicional. Los buques navegando a velocidades de 35 nudos tienen un consumo superior de 5 a 10 veces que el del transporte convencional y las emisiones de CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> también son de 5 a 11 veces superiores. Esta comparación puede tener resultados diferentes

dependiendo de las características de las rutas, los factores de carga y las congestiones.

4. La promoción de los buques de alta velocidad en el transporte marítimo de corta distancia no es un hecho obvio y los beneficios reales de este tipo de servicio deben ser estudiados caso por caso.
5. Es necesario un incremento en el volumen del transporte para que el servicio de buques de alta velocidad sea factible y viable comercialmente.

Aparte de las conclusiones generales, un estudio más específico de 5 corredores europeos fueron analizados, entre ellos el corredor España – Italia. Se determinó que existe un importante flujo de mercancías entre España e Italia y que actualmente, este comercio se realiza por carretera a pesar de que las distancias sean superiores y que la red esté muy congestionada. Los resultados de un estudio comparativo mostraron que los tiempos de tránsito eran, a menudo, más cortos para la alternativa marítima y que los costes eran inferiores (alrededor de dos veces inferior).

El proyecto SPIN-HSV lo desarrollaron 22 instituciones de 9 países europeos. El proyecto se realizó entre enero del año 2002 hasta enero del año 2005.

## **IV.6 Proyecto TOHPIC**

El proyecto TOPHIC, *Tools to Optimise High Speed Craft to port Interface*, es un proyecto financiado por la DG TREN, en el 5º Programa Marco, que se inició en marzo del 2001 y tuvo una duración de 36 meses, cuyo objetivo fue establecer una guía de procedimientos a llevar a cabo en los buques de alta velocidad, en su fase de entrada y salida de puerto y de aproximación, para que en conjunto el tiempo invertido, y la seguridad, de los pasos a realizar se optimizara. Se contó con tres puertos (Barcelona, Niza y Dun Laoghaire) como casos reales que fueron estudiados y sometidos a simulación informática, y en los que se probó la realización de diferentes maniobras por parte de los buques de alta velocidad que operan en los mismos, como los catamaranes de Stena Lines y Trasmediterránea y el monocasco de la Société Nationale Maritime Corse Méditerranée (SNCM).

El resultado fue la propia guía de procedimientos, junto a recomendaciones basadas en cálculos matemáticos de las velocidades y rumbos recomendados para crear la mínima perturbación en la superficie marina y orillas, así como también un *software* trasladable a cualquier puerto donde se podía evaluar la implantación de un buque de alta velocidad mediante este modelo informático.

## **IV.7 Proyecto THEMES**

El objetivo principal del proyecto THEMES, *Thematic Network for Safety Assessment of Waterborne Transport*, era la mejora de la seguridad industrial y la protección medioambiental en el transporte marítimo a través del respaldo y el desarrollo de una cultura de seguridad. El proyecto se inició en mayo del 2000 y finalizó en 2003. Estaba coordinado por DNV, con un total de 34 miembros activos de 13 países europeos, y apoyado por la Comisión Europea a través de DG TREN.

## **IV.8 Proyecto S@S**

El objetivo principal del proyecto S@S, *Safety at Speed*, era desarrollar una metodología formalizada para el diseño de la seguridad de los buques de alta velocidad que permitiera a los diseñadores de los buques de alta velocidad obtener una solución óptima con relación a la seguridad de este tipo de buques. Además, con los resultados del proyecto también se pretendía incrementar la competitividad en la construcción de los buques de alta velocidad europeos.

El proyecto se inició en enero del 2001 y finalizó en enero de 2004 y el coordinador principal fue Force Technology.

## **Anexo V. Proyectos relacionados con los costes externos**

### **V.1 Proyecto RECORDIT**

El proyecto RECORDIT (REal COst Reduction of Door-to-door Intermodal Transport)<sup>149</sup> fue una iniciativa de la Unión Europea dentro del quinto programa para el cálculo de los costes externos e internos de una cadena de transporte finalizado en diciembre del 2001. Este proyecto comparó el transporte unimodal por carretera con otros modos de transporte donde existía un intercambio modal. El proyecto realizó un análisis exhaustivo en el cual se demostró que las cadenas que incluían intermodalidad el ahorro en costes era muy superior que los obtenidos por una cadena que únicamente incluye la carretera.

El objetivo principal del proyecto era mejorar la competitividad del transporte intermodal de mercancías en Europa reduciendo el coste y los altos precios que no permitían su desarrollo, respetando siempre el principio de movilidad sostenible. El coordinador del proyecto fue ISIS, Roma.

El apartado 4 del proyecto RECORDIT está directamente relacionado con el cálculo de los costes externos para los corredores seleccionados.

### **V.2 El informe INFRAS**

La Union Internationale des Chemins de Fer (UIC) promocionó el desarrollo de un informe, el informe INFRAS, el cual evaluaba los costes externos de diferentes modos de transporte. En el se concluyó que los costes externos de las carreteras eran, en la mayoría de casos, superiores a los otros modos de transporte.

---

<sup>149</sup> [www.recordit.org](http://www.recordit.org).

Este informe, entregado en octubre del 2004 no daba información de los costes externos del Transporte Marítimo de Corta Distancia directamente, centrándose en datos relacionados con el transporte fluvial, el terrestre y el ferrovial. A pesar de esto, se incluyó una publicación especial con datos relacionados con el Transporte Marítimo de Corta Distancia realizada por Jaime Luezas, vicepresidente del centro de promoción del SSS en España.

### V.3 Proyecto REALISE

El proyecto europeo Realise, *Regional Action for Logistical Integration of Shipping across Europe*<sup>150</sup>, es un proyecto de la red temática del 5º Programa Marco, liderada por AMRIE y finalizado en el año 2005.

El proyecto REALISE está considerado como un proyecto paradigmático y representativo a nivel europeo para la promoción del transporte marítimo de corta distancia y el transporte en general. El objetivo global de REALISE era el de desarrollar estrategias, metodologías y herramientas para la comunidad comercial europea y propiciar que quienes elaboran las políticas y las leyes en materia de transporte tengan en cuenta el Transporte Marítimo de Corta Distancia como una alternativa viable.

El proyecto REALISE está dividido en 6 paquetes de trabajo, aunque para el estudio de la evaluación de los costes externos nos centraremos en el paquete de trabajo 3, el análisis del impacto medioambiental, donde se clasificaron los diferentes parámetros a tener en cuenta en el análisis medioambiental.

Formaron parte del proyecto 6 investigadores principales con 26 miembros. El grupo de investigación TRANSMAR, a través del proyecto INECEU co-organizó con AMRIE un *local workshop*.

---

<sup>150</sup> [www.realise-sss.org](http://www.realise-sss.org).

## **V.4 Proyecto Environmental impacts of intermodal freight transport**

Proyecto llevado a cabo por Edvard Thonstad Sandvik y presentado el año 2005, estudió el impacto medioambiental del corredor marítimo norte estableciendo dos nuevas rutas de transporte de mercancías. El objetivo de este proyecto era el estudio del impacto medioambiental comparando diferentes rutas de mercancías con diferentes modos de transporte y diferentes tecnologías (diferentes velocidades). Los impactos medioambientales que se incluyeron en el estudio fueron divididos en dos partes: consumo de energía y emisiones al aire.

Este proyecto utilizó el programa OMIT<sup>151</sup> para calcular el consumo de energía y las emisiones en los tramos marítimos para diferentes buques. Este programa fue desarrollado por el Danish Environmental Protection Agency en 2001 por el Institut for Transportstudier conjuntamente con la Danish Trade Association of Internacional Transport y el Institut für Energie-und Umweltforschung Heidelberg GmbH. Una de las dificultades para desarrollar este programa era que las emisiones del buque no se pueden generalizar y es necesario realizar una prueba de emisión o conocimiento detallado sobre el consumo de combustible e información sobre el motor. Los modelos utilizados para el cálculo de las emisiones estaban basados en pruebas de emisiones de un buque registrado por la Lloyd's. A pesar de ello, la mayoría de las pruebas daban diferentes niveles de emisiones, la principal razón son las numerosas premisas que define el consumo de combustible en los diferentes modelos: condición de operación, diferentes velocidades, peso de la carga, tipo de motor, tipo de combustible y factor de carga.

El proyecto concluyó que el principal factor que afecta a los niveles de emisiones es la velocidad de servicio para la carga transportada a través del transporte marítimo en la cadena de transporte multimodal.

---

<sup>151</sup> OMIT – Manual for environmental calculation of International freight transport.



## **V.5 Estudio Evaluation of the feasibility of Alternative market-Based Mechanisms To Promote Low-Emission Shipping In Europe Union Sea Areas**

El estudio *Evaluation of the feasibility of Alternative market-Based Mechanisms To Promote Low-Emission Shipping In Europe Union Sea Areas*<sup>152</sup> analizó y evaluó los mecanismos de mercado para promocionar la baja emisión del transporte marítimo considerando los impactos medioambientales, la eficiencia económica, los impactos de distribución y institucionales. Fue llevado a cabo por la consultora NERA Economic Consulting y presentado a la Comisión Europea en marzo del 2004.

Dentro del proyecto hay un subcapítulo que trata sobre la determinación de los impactos para la reducción del sulfuro en combustibles marinos, también considera una diferenciación geográfica entre puertos y el mar ya que la posición del buque no es fija y las emisiones pueden tener diferentes impactos dependiendo de la posición.

En general las diferentes emisiones tienen extensiones geográficas e impactos diferentes; por ejemplo, el dióxido de carbono tiene una larga duración y sus efectos son globales. Por lo contrario, el SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> son contaminantes regionales que también pueden tener impactos en otras regiones geográficas debido a las condiciones climatológicas y meteorológicas que los transportan largas distancias.

## **V.6 Proyecto ExterneE**

El proyecto ExterneE<sup>153</sup>, Externalities of Energy, impulsado por la Comisión Europea dentro del programa JOULE, ha supuesto una primera aproximación en el ámbito europeo a la evaluación de las externalidades en el sector eléctrico y ha desarrollado un método económico de gran utilidad para la valoración monetaria de los efectos medioambientales en la producción de energía eléctrica para las distintas fuentes. Esta técnica se ha centrado en la aplicación de distintos métodos para la valoración económica del medio ambiente. La última actualización de la metodología utilizada en este proyecto es del año 2005. El coordinador del proyecto fue IER, Stuttgart.

---

<sup>152</sup> Datos obtenidos en: [www.nera.com](http://www.nera.com).

<sup>153</sup> Datos obtenidos en: [www.externe.info](http://www.externe.info).

## **Anexo VI. Aplicaciones**

En este anexo se han definido dos de las posibles aplicaciones futuras de los resultados obtenidos en esta tesis. De un lado, se han recopilado todos los cálculos realizados en el proyecto y se han introducido en una base de datos para poder realizar los cálculos directamente, obteniendo los costes internos y externos de cualquier ruta unimodal y multimodal con el tipo de buque que el usuario prefiera, de esta forma, el usuario podrá probar diferentes opciones y ver cual de ellas es la más adecuada en cada caso.

En segundo lugar, conjuntamente con el tutor de la tesis, el Doctor Francesc Xavier Martínez de Osés, y con una vertiente más docente, se está llevando a cabo un proyecto de innovación docente en el cual se han añadido parte de los resultados de esta tesis como ejercicios a realizar para los futuros estudiantes de diferentes universidades europeas, el proyecto EURO CAMPUS.

### **VI.1 Simulador**

Durante todo el proyecto de tesis se han realizado todos los cálculos para cinco rutas que presentaban, a priori, ser más rentables en el caso multimodal que en el unimodal. Pero las probabilidades a la hora de decidir el puerto de origen, el puerto de destino, el tipo de buque son enormes y sería un arduo trabajo volver a realizar todos los cálculos por parte del usuario. Es por este motivo que se optó por poner las diferentes opciones que se habían tratado en el proyecto en una base de datos que permitiera de forma rápida y sencilla obtener como resultados los costes internos y los externos de una ruta cualquiera, así como los beneficios o pérdidas entre el modo unimodal y el multimodal.

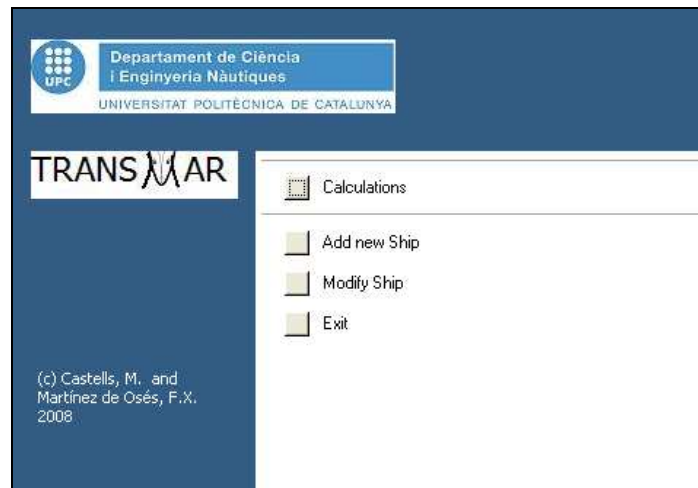


Figura XVIII: Pantalla de presentación de la base de datos. (Fuente propia)

Para realizar esta base de datos, al usuario simplemente se le preguntará la ruta que quiere realizar:

- Punto de origen en España.
- Puerto de embarque en España.
- Puerto de desembarque en un país europeo diferente de España.
- Punto de destino en un país europeo diferente de España.

Figura XIX: Pantalla de introducción de datos de la base de datos. (Fuente propia)

El usuario también tendrá que escoger el nombre del buque o en su detrimento, las características del buque que quiere que realice esa ruta (a decir, la velocidad, la potencia y los metros lineales).



Ship's Name	Linear meters	Speed (knots)	Power (kW)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			

Figura XX: Pantalla de introducción de datos de un nuevo buque de la base de datos. (Fuente propia)

Finalmente se deberá introducir el factor de carga del buque y del camión.

Una vez introducidos los datos iniciales, el programa calculará y presentará un informe con los siguientes resultados: la diferencia en tiempo, en costes internos y externos entre la ruta unimodal y la ruta multimodal, así como la diferencia de costes externos por FEU y por FEU y por kilómetro terrestre no recorrido.

### General Report

#### Data


Origin:	ZAL de Barcelona	Port origin:	Barcelona
Port destination:	Civitavecchia	Destination:	Roma

Ship Name:	Eurostar Valenci	Truck Load Factor:	70 %
		Ship Load Factor:	80 %

#### Final results

Potential savings through multimodal	27,808,51
Potential saving (€) per FEU	308,11
Saving (€) per FEU per road km not travelled	0,22683
Time difference	-22,72
Cost difference	595,70

09/12/2008





 Departamento de Ciencia e Ingeniería Industrial  
 UNIBERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Figura XXI: Informe final de los cálculos realizados en la base de datos. (Fuente propia)

Parte de los objetivos de esta base de datos es la posibilidad de poder añadir nuevas rutas ofreciendo nuevas posibilidades, buques nuevos que están realizando Transporte Marítimo de Corta Distancia o simplemente actualizar datos utilizados en este año y que han variado en el paso de los años. Un ejemplo claro es el

incremento del precio de combustible que repercute directamente en los costes externos del transporte de mercancías.

## VI.2 Proyecto EUROCAMBUS

El proyecto EUROCAMBUS es un proyecto de mejora de la docencia, que se está desarrollando en estos momentos en el Departamento de Ciencia e Ingeniería Náuticas de la Universidad Politécnica de Catalunya. La base de este proyecto es la asignatura que imparte el tutor de la tesis, Transporte Marítimo de Corta Distancia en la Licenciatura de Náutica y Transporte Marítimo que se pretende ampliar añadiendo ejercicios en base a los cálculos realizados en esta tesis y con la creación de recursos docentes basados en nuevas tecnologías, de contenidos multimedia, de simulaciones y tratamientos de imágenes...

La finalidad del proyecto es la creación de una asignatura de libre elección on-line intereuropea con alumnos de diferentes disciplinas (relacionadas con la temática del transporte marítimo y de la logística) y de otros países europeos, que puedan estar cursando la misma asignatura virtual con profesorado también de diferentes universidades, consiguiendo de esta forma un intercambio de conocimientos entre alumnos y de experiencias entre el profesorado. Para ello, se ha trabajado para crear una asignatura enmarcada en la cooperación con universidades europeas: *Maritime transport on Short distance*.

Esta asignatura virtual se ha dividido en 5 módulos, 4 de los cuales son comunes para todos los estudiantes y un quinto módulo optativo, en función de las materias impartidas para cada una de las universidades participantes. Cada universidad que quiera ofrecer esta asignatura entre sus estudiantes, tendrá la opción de incluir uno de estos módulos, que será de su especialidad.

En estos momentos existe un convenio signado con la Universidad de Belgrado para empezar, durante el segundo cuatrimestre del curso 2008-2009 el desarrollo de esta iniciativa.

Uno de los objetivos de este proyecto es el de promover el carácter europeo de los estudios universitarios a través de programas conjuntos, a la vez de promover las

asignaturas de doble vertiente, integrando práctica y teoría y la adaptación de las asignaturas intercampus en un formato europeo.

A continuación se puede observar el formato de la asignatura planteada que se puede hallar en el campus digital ATENEA que utilizamos en nuestra universidad utilizando el sistema EMDOC (editor de material docente elaborado por el ICE-UPC), así como una de las diapositivas con sus contenidos y un ejemplo de las animaciones que están introducidas dentro del texto.

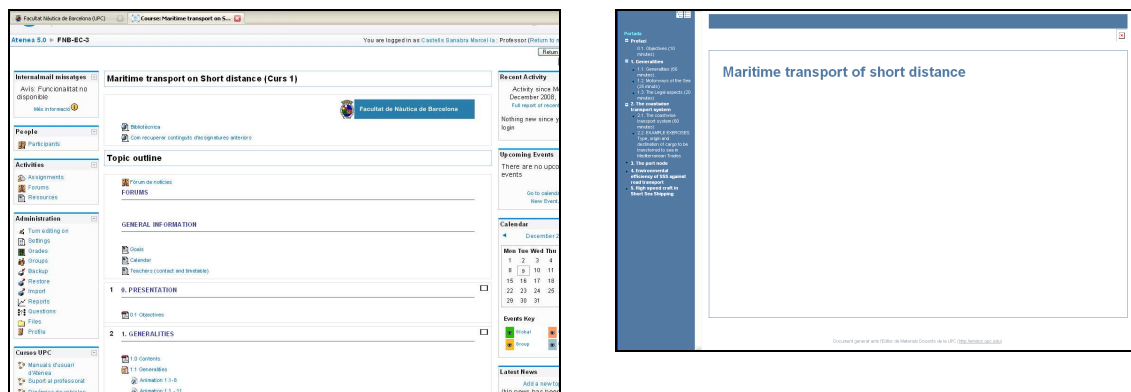


Figura XXII: Asignatura virtual en el campus digital ATENEA y estructura de la asignatura en el sistema EMDOC. (Fuente propia)



Figura XXIII: Ejemplo de una presentación y una animación de la asignatura Maritime transport on Short distance. (Fuente propia)

## Anexo VII. Questionnaire

A continuación se presenta el cuestionario realizado a las diferentes empresas y autoridades relacionadas con el transporte de mercancías. A partir de los resultados obtenidos en estos cuestionarios se ha elaborado la ponderación de cada una de las variables se han considerado en esta tesis.

This questionnaire is part of University of Tokyo of Marine Science and Technology and Transmar research group of Technical University of Catalonia (Spain) collaboration project.

The aim of this questionnaire has been divided in two main parts: to assess the appraisal on different parameters related on multimodal transport and Short Sea Shipping according to the peculiar situation of each of the contributor and their point of view and assess the present and short term situations of High Speed Vessels market in Japan and Spain.

The results of this questionnaire will be gathered and analyzed for researchers of both universities in a collaboration project.

All the answers in this questionnaire will be kept *confidential*.

Maritime stakeholders have been divided in:

- Industry: shipbuilders, shipyards, ship maintenance.
- Ports: includes terminals and similar structures.
- Transport companies.

For the next questionnaire, we consider:

HSV (high speed vessel): speed service between 23 and 30 knots.

HSC (high speed craft): speed service higher than 30 knots.

## VII.1 SHIPBUILDING INDUSTRIES

**Name of the Company:**

**Activity:**

**Position:**

### VII.1.1 PART 1: APPRAISAL OF MULTIMODAL TRANSPORT AND SHORTSEA SHIPPING VARIABLES

**1. Which of these parameters do you think that are more important in a ship for a multimodal chain (road-maritime-road)? (1 most important, 4 less important)**

Cost

Speed/Transit Time

Cargo flows

Adapted port infrastructures

**2. Do you think that meteorological factor can affect maritime transport schedule and delivery time?**

YES

NO

**3. Which of these factors, related on port adequacy, do you think that are more important? (1 most important, 3 less important)**

Good communication port /road (and no congestion)

Good Intermodal port infrastructures

Kind of cargo (Ro-Ro and container traffic)

**4. Which of these parameters do you think that is more important related on general freight flows?**

Total Freight volume movement

Flow imbalance



**5. Which frequency do you prefer for your service?**

- Diary (one direction)
- Diary (round voyage)
- Weekly
- Two or more every day

**6. Which kind of service do you prefer?**

- With driver
- No driver

## VII.1.2 PART 2: HIGH SPEED MARKET

### High Speed Vessel (HSV)

Remember that this kind of vessels have a service speed between 23 and 30 knots.

**7. Have you been related in High Speed Vessel (HSV) market at your company?**

- YES
- NO

**If the above answer is YES:**

**8. What is the market for these vessels?**

- Passenger's ferries only
- Freight ships only
- Mixed ships

**9. How many and in which category could you distribute?**

Passengers ferries only    Number:

Freight ships only    Number:

Mixed ships    Number:

**10. What is the likely evolution of the market for HSVs for your company in terms of number of ships in 5 years?**

- Increasing
- Decreasing
- Stationary

**11. In which category could you distribute the likely evolution of the HSV market in 5 years?**

- Passenger's ferries only
- Freight ships only
- Mixed ships

### **High Speed Craft (HSC)**

Remember that this kind of vessels have a service speed higher than 30 knots.

**12. Have you been related in High Speed Vessel (HSV) market at your company?**

- YES
- NO

**If the above answer is YES:**

**13. What is the market for these vessels?**

- Passenger's ferries only
- Freight ships only
- Mixed ships

**14. How many and in which category could you distribute?**

- Passengers ferries only    Number:
- Freight ships only    Number:
- Mixed ships    Number:

**15. What is the likely evolution of the market for HSVs for your company in terms of number of ships in 5 years?**

Increasing

Decreasing

Stationary

**16. In which category could you distribute the likely evolution of the HSV market in 5 years?**

Passenger's ferries only

Freight ships only

Mixed ships

## General

**17. Are safety regulations relating to HSVs and HSC from a building point of view though enough?**

YES

NO

**If the above answer is NO:**

**18. Which kind of new regulation do you think that need to be improved?**

**19. Are environmental regulations relating to HSVs and HSC from a building point of view though enough?**

YES

NO

**If the above answer is NO:**

**20. Which kind of new regulation do you think that need to be improved?**

## VII.2 TRANSPORT COMPANIES

**Name of the Company:**

**Activity:**

**Position:**

### VII.2.1 PART 1: APPRAISAL OF MULTIMODAL TRANSPORT AND SHORTSEA SHIPPING VARIABLES

**1. Which of these parameters do you think that are more important in a ship for a multimodal chain (road-maritime-road)? (1 most important, 4 less important)**

Cost

Speed/Transit Time

Cargo flows

Adapted port infrastructures

**2. Do you think that meteorological factor can affect maritime transport schedule and delivery time?**

YES

NO

**3. Which of these factors, related on port adequacy, do you think that are more important? (1 most important, 3 less important)**

Good communication port /road (and no congestion)

Good Intermodal port infrastructures

Kind of cargo (Ro-Ro and container traffic)

**4. Which of these parameters do you think that is more important related on general freight flows?**

Total Freight volume movement

Flow imbalance

**5. Which frequency do you prefer for your service?**

Diary (one direction)

Diary (round voyage)

Weekly

Two or more every day

**6. Which kind of service do you prefer?**

With driver

No driver

**7. Are you using maritime transport for freight transport?**

YES

NO

**8. Are you using high speed maritime transport for freight transport?**

YES

NO

**9. What is your opinion about maritime freight transport?**

Good

Bad

Regular

## VII.2.2 PART 2: HIGH SPEED MARKET

### High Speed Vessel (HSV)

Remember that this kind of vessels have a service speed between 23 and 30 knots.

**10. Have you been related in High Speed Vessel (HSV) market at your company?**

YES

NO

**If the above answer is YES:**

**11. What is the market for these vessels?**

Passenger's ferries only

Freight ships only

Mixed ships

**12. How many and in which category could you distribute?**

Passengers ferries only Number:

Freight ships only Number:

Mixed ships Number:

**13. What is the likely evolution of the market for HSVs for your company in terms of number of ships in 5 years?**

Increasing

Decreasing

Stationary

**14. In which category could you distribute the likely evolution of the HSV market in 5 years?**

Passenger's ferries only

Freight ships only

Mixed ships

**15. Which kind of routes they operate?**

Between islands

Between peninsula and island

Between different countries

**16. Which distances they operate?**

< 100 miles

>100 < 500 miles

> 500 miles

**High Speed Craft (HSC)**

Remember that this kind of vessels have a service speed higher than 30 knots.

**17. Have you been related in High Speed Vessel (HSV) market at your company?**

YES

NO

**If the above answer is YES:**

**18. What is the market for these vessels?**

Passenger's ferries only

Freight ships only

Mixed ships

**19. How many and in which category could you distribute?**

Passengers ferries only    Number:

Freight ships only    Number:

Mixed ships    Number:



**20. What is the likely evolution of the market for HSVs for your company in terms of number of ships in 5 years?**

Increasing

Decreasing

Stationary

**21. In which category could you distribute the likely evolution of the HSV market in 5 years?**

Passenger's ferries only

Freight ships only

Mixed ships

**22. Which kind of routes they operate?**

Between islands

Between peninsula and island

Between different countries

**23. Which distances they operate?**

< 100 miles

>100 < 500 miles

> 500 miles

## **General**

**24. Are safety regulations relating to HSVs and HSC from a building point of view though enough?**

YES

NO

**If the above answer is NO:**

**25. Which kind of new regulation do you think that need to be improved?**

**26. Are environmental regulations relating to HSVs and HSC from a building point of view though enough?**

YES

NO

**If the above answer is NO:**

**27. Which kind of new regulation do you think that need to be improved?**

## VII.3 PORTS

Name of the Port/Company:

Position:

### VII.3.1 PART 1: APPRAISAL OF MULTIMODAL TRANSPORT AND SHORTSEA SHIPPING VARIABLES

1. Which of these parameters do you think that are more important in a ship for a multimodal chain (road-maritime-road)? (1 most important, 4 less important)

- |                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| Cost                         | <input type="checkbox"/> |
| Speed/Transit Time           | <input type="checkbox"/> |
| Cargo flows                  | <input type="checkbox"/> |
| Adapted port infrastructures | <input type="checkbox"/> |

2. Do you think that meteorological factor can affect maritime transport schedule and delivery time?

- |     |                          |
|-----|--------------------------|
| YES | <input type="checkbox"/> |
| NO  | <input type="checkbox"/> |

3. Which of these factors, related on port adequacy, do you think that are more important? (1 most important, 3 less important)

- |                                                   |                          |
|---------------------------------------------------|--------------------------|
| Good communication port /road (and no congestion) | <input type="checkbox"/> |
| Good Intermodal port infrastructures              | <input type="checkbox"/> |
| Kind of cargo (Ro-Ro and container traffic)       | <input type="checkbox"/> |

4. Which of these parameters do you think that is more important related on general freight flows?

- |                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| Total Freight volume movement | <input type="checkbox"/> |
| Flow imbalance                | <input type="checkbox"/> |

**5. Which frequency do you prefer for your service?**

Diary (one direction)

Diary (round voyage)

Weekly

Two or more every day

**6. Which kind of service do you prefer?**

With driver

No driver

**7. Nowadays, what is the capacity of reception in terms of passengers in your port?**

**8. Nowadays, what is the capacity of reception in terms of freight in your port?**

**9. Do you think that your port have good road/train communications access?**

**10. Do you think that your port have some congestion problems?**

**11. Do you think that the current port is able to cope with the foreseen evolution of the traffic without any further investments?**

12. If the port does not have the sufficient capabilities, how long would it take to adapt the infrastructure?

## VII.3.2 PART 2: HIGH SPEED MARKET

### High Speed Vessel (HSV)

Remember that this kind of vessels have a service speed between 23 and 30 knots.

13. What is the market for High Speed Vessel (HSV) using your port per day?

14. How many HSV vessels operate?

15. In which category could you distribute the previous number?

Passengers ferries only    Number:

Freight ships only    Number:

Mixed ships    Number:

16. What is the likely evolution of the market for HSVs for your port in terms of number of ships in 5 years?

Increasing   

Decreasing   

Stationary   

17. In which category could you distribute the likely evolution of the HSV market in 5 years?

Passenger's ferries only   

Freight ships only   

Mixed ships

**18. Is there any special terminal for High Speed Vessel operations?**

YES

NO

**19. Nowadays, what is the capacity of reception in terms of passengers of HSV in your port?**

**20. Nowadays, what is the capacity of reception in terms of freight of HSV in your port?**

**21. What are the current operating procedures for HSVs?**

### **High Speed Craft (HSC)**

Remember that this kind of vessels have a service speed higher than 30 knots.

**22. What is the market for High Speed Craft (HSC) using your port per day?**

**23. How many HSC vessels operate?**

**24. In which category could you distribute the previous number?**

Passengers ferries only    Number:

Freight ships only    Number:

Mixed ships    Number:

**25. What is the likely evolution of the market for HSVs for your port in terms of number of ships in 5 years?**

- Increasing
- Decreasing
- Stationary

**26. In which category could you distribute the likely evolution of the HSV market in 5 years?**

- Passenger's ferries only
- Freight ships only
- Mixed ships

**27. Is there any special terminal for HSC operations?**

- YES
- NO

**28. Nowadays, what is the capacity of reception in terms of passengers of HSC in your port?**

**29. Nowadays, what is the capacity of reception in terms of freight of HSC in your port?**

**30. What are the current operating procedures for HSCs?**

## **General**

**31. What changes should be made in order to cope with the increase in traffic?**

**32. What is the time to market needed in order to develop and launch a new HSV or HSC shipping line?**

**33. What is the critical mass of freight and passengers needed in order to launch a new profitable HSV or HSC shipping line?**

**34. Are safety regulations relating to HSV and HSC though enough?**

YES

NO

**If the above answer is NO:**

**35. Which kind of new regulation do you think that need to be improved?**

**36. Are environmental regulations relating to HSVs and HSC though enough?**

YES

NO

**If the above answer is NO:**

**37. Which kind of new regulation do you think that need to be improved?**



## Anexo VIII. Acrónimos

ACS: Air Cavity Ship

AEI: Automatic Equipment Identification

AGV: Automated Guided Vehicles

APB: Autoridad Portuaria de Barcelona

AVE: Alta velocidad española

CFCs: clorofluorocarbonos

CH<sub>4</sub>: Metano

CO: Monóxido de carbono

CO<sub>2</sub>: Dióxido de Carbono

CTM: Centro de Transporte de Mercancías

CTP: Comunidad de Trabajo de los Pirineos

DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades

dB: Decibelios

DG TREN: Directorate-General for Energy and Transport

DSC Code: Code of Safety for Dynamically Supported Craft

EDI: Electronic Data Interchange

EDIFACT: Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport

EDP: Electronic Data Processing

EPTMC: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera

ESN: European Shortsea Network

EU: European Union / UE: Unión Europea

FEU: Forty-foot Equivalent Unit

FEVE: Ferrocarriles de Vía Estrecha

Fr<sub>h</sub>: Número de Froude en profundidad

GT: Gross Tonnage

H<sub>1/3</sub> o H<sub>s</sub>: Altura significativa de la ola

HAM: Humid Air Moto

HC: Hidrocarburos

HFCs. Hidrofluorocarbonos

HFO: Heavy Fuel Oil

HSC: High Speed Craft

IEA: International Energy Agency

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

ISDN: Integrated Services Digital Network  
ISO: International Standards Organization  
Lo-Lo: Lift on - Lift off  
MARPOL Code: Maritime Pollution Code  
MECP: Marine Environment Protection  
MGO: Marine Gas Oil  
NO<sub>x</sub>: Nitrogen Oxides o Óxidos de Nitrógeno  
N<sub>2</sub>O: Óxido Nitroso  
nm-VOC: Grupo de los compuestos no metánicos volátiles  
NSC: National Security Council  
NVOCC: Non-vessel operating common carrier  
OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico  
OMI: Organización Marítima Internacional  
OMM: Organización Meteorológica Mundial  
OMS: Organización Mundial de la Salud  
PFCs: Perfluorocarbonos  
PIB: Producto Interior Bruto  
PM: Partículas en suspensión o Particulate Matter  
PMA: Peso Máximo Autorizado  
PM<sub>10</sub>: Partículas en suspensión de diámetro inferior a las 10 micras  
ppm: partes por millón  
RIS: River Information Services  
RENFE: Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles  
Ro-Pax: Roll on – Roll off Passenger  
Ro-Ro: Roll on - Roll off  
RTE-T: Red TransEuropea de Transportes  
SCR: Selective Catalytic Reduction  
SECAs: Sulphur Emission Control Areas  
SES: Surface Effect Ship  
SF<sub>6</sub>: Sulfuro hexafluorado  
SO<sub>2</sub>: Sulphur Dioxide o Dióxido de Azufre  
SOLAS: International Convention for the Safety of Life at Sea  
SO<sub>x</sub>: Sulphur Oxide o Óxidos de Azufre  
SSS: Short Sea Shipping  
SWATH: Small Waterplane-Area Twin Hull  
TCMS: Transport Chain Management System  
TECO: Tren expreso de contenedores

Tep: Tonelada equivalente de petróleo

TEU: Twenty-foot Equivalent Unit

tkm: Tonne-kilometre

TMCD: Transporte Marítimo de Corta Distancia

TRB o GT: Tonelaje de Registro Bruto o Gross Tonnage

TRIM: Transport Reference Information Model

UIC: Union Internationale des Chemins de Fer o Unión Internacional de Ferrocarriles

UNFCCC, United National Convention on Climate Change

VOC: Volatile Organic Compound

VTMIS: Vessel Traffic Management Information Systems

ZAL: Zona de Actividades Logísticas