



# Los puertos como puente energético para descarbonizar Europa



Co-financed by the European Union  
Connecting Europe Facility

Coordinator:  enagas

Leadership:   Puertos del Estado





# Índice

## PARTE I

<b>01</b>	<b>Resumen ejecutivo .....</b>	<b>4</b>
<b>02</b>	<b>Análisis de los impactos del proyecto y su roll-out .....</b>	<b>10</b>
	a) Impacto medioambiental.....	10
	b) Impacto social/económico .....	11
	c) Impacto en la competitividad nacional .....	13
	d) Impacto regulatorio nivel europeo e internacional.....	16
<b>03</b>	<b>Coste abatimiento reducción emisiones .....</b>	<b>19</b>
<b>04</b>	<b>Conclusiones de los impactos.....</b>	<b>21</b>

## PARTE II

<b>05</b>	<b>Utilización de esta guía .....</b>	<b>24</b>
<b>06</b>	<b>Proyectos.....</b>	<b>25</b>
	<b>A) CORE LNGas hive.....</b>	<b>25</b>
	1. Adaptación de la Terminal de GNL de Bilbao para dar servicios de small scale y bunkering.....	25
	2. Adaptación buque existente para dar servicios de bunkering – Oizmendi .....	26
	3. Construcción de un remolcador a GNL en el puerto de Bilbao .....	27
	4. Adaptación de la Terminal de GNL de Ferrol para dar servicios de small scale y bunkering.....	28
	5. Adaptación de la Terminal de GNL de Barcelona para dar servicios de small scale y bunkering .....	29
	6. Construcción buque de suministro de GNL (LNG ready).....	30
	7. Adaptación grúa straddle carrier a GNL en el puerto de Barcelona .....	31
	8. Adaptación de la Terminal de GNL de Cartagena para dar servicios de small scale y bunkering .....	32
	9. Generador a GNL para dar servicios de cold-ironing a buques (Onshore Power Supply).....	33

10. Transporte multimodal de un isocontenedor de GNL por transporte terrestre, ferrocarril y marítimo .....	34
<b>B) LNGHIVE2: Roll-out de los proyectos .....</b>	<b>35</b>
11. Adaptación de la Terminal de GNL de Huelva para servicios de small scale y bunkering .....	36
12. Construcción sistema multitruck to ship (MTTS) en el entorno del Puerto de Huelva .....	37
13. Transformación de una locomotora de mercancías a GNL .....	38
14. Construcción gasinera en el Puerto de Majarabique.....	39
15. Adaptación de la Terminal de GNL de Sagunto para dar servicios de small scale y bunkering .....	40
16. Construcción de un buque bunkering de 5.000 m3 para operar en el Puerto de Barcelona .....	41
17. Construcción de un buque bunkering de 12.500 m3.....	42
<b>C) Estudios Base .....</b>	<b>46</b>
a) Guía seguridad para las Autoridades Portuarias .....	46
b) Vetting Operaciones small scale desde Planta de Regasificación.....	47
c) Demanda.....	48
d) Caracterización de soluciones de bunkering de GNL .....	49
e) Cadenas logísticas .....	50
f) Estudio requisitos de formación avanzada en GNL y el programa de formación profesional .....	51
g) Propuesta de despliegue de inversiones 2030-2050 .....	52
h) Impact Assessment en los corredores Atlántico y Mediterráneo .....	53
i) Estrategia de apoyo al GNL como combustible marino LNGhive2.....	53
j) Observatorio .....	54

<b>07</b>	<b>Aportaciones genéricas que el proyecto ha resuelto.....</b>	<b>55</b>
-----------	--	-----------

<b>08</b>	<b>Impactos en el caso España .....</b>	<b>58</b>
-----------	---	-----------

## PARTE III

<b>09</b>	<b>El futuro de los puertos.....</b>	<b>61</b>
-----------	--------------------------------------	-----------

# PARTE I

## 01. Resumen ejecutivo

El proyecto CORE LNGas es una iniciativa cofinanciada por la Comisión Europea a través de la Convocatoria de Transporte del Mecanismo Conectar Europa (CEF) de 2014 de **innovación**. Su objetivo: desarrollar una cadena logística segura, eficiente e integrada para el suministro de GNL como combustible para el sector marítimo y portuario en la Península Ibérica.

Este proyecto, **referente en la Península Ibérica y en Europa** por ser una colaboración público-privada ejemplar; por impulsar la transición energética al utilizar el GNL como combustible en el transporte marítimo, lo cual reduce alrededor de un 20-30% la emisión de CO2 comparado con los combustibles tradicionales; además de **mejorar la calidad del aire** en los entornos portuarios al eliminar las emisiones de óxidos de azufre (SOx) y las partículas (PM) y reducir drásticamente los óxidos de nitrógeno (NOx), además de promocionar que los puertos sean hubs energéticos. Además, garantiza, su seguimiento a través de la estrategia LNGhive2 y el futuro marítimo neutro y descarbonizado.

Todo ello en coordinación con Puertos del Estado, ha servido como ejemplo para el despliegue posterior de una estrategia nacional para la descarbonización del transporte marítimo, y desde los siguientes puntos de vista:

- **Caso de éxito de colaboración público-privada con fondos europeos:**

Este proyecto, liderado por Puertos del Estado y coordinado por Enagás, cuenta con 42 socios de España y Portugal, se trata de un consorcio público-privado, con 21 socios públicos (8 instituciones estatales y 13 autoridades portuarias) y 21 socios privados (empresas industriales, armadores, operadores de GNL y proveedores de diferentes servicios en la cadena de valor).

- **Descarbonización:**

Este proyecto ha sentado las bases para el inicio de la descarbonización de las infraestructuras portuarias, mediante el uso del GNL como combustible, permitiendo a los diferentes agentes del entorno portuario reducir sus emisiones tanto de CO2 como de SOx, NOx y PM. En concreto el proyecto ha desarrollado pilotos de innovación para la oferta de GNL como combustible marino, soluciones Onshore Power Supply para los buques mientras están atracados, transformación de grúas straddle carrier a GNL y el retrofit de locomotoras existentes a GNL.

- **Contribución a la adaptación al marco regulatorio y normativo:**

CORE LNGas hive es un proyecto centrado principalmente en la tecnología del GNL y desarrollo de la innovación para el transporte marítimo en los puntos principales de la Red Transeuropea de Transporte con el objetivo de apoyar la aplicación del Paquete de Energía Limpia para el Transporte Directiva 2014/94, además del seguimiento de la Directiva 2012/33 relativa al contenido de azufre del combustible marítimo. En concreto, a través del proyecto se colaboró en la transposición de la DE 2014/94 que se plasmó a través del Marco de Acción Nacional en la parte marítima de la infraestructura portuaria para garantizar el suministro de GNL en los puertos principales de la red TEN-T.

- **Desarrollos en el ámbito de la seguridad de las operaciones de suministro:**

Como parte del proyecto, en materia de seguridad, se ha desarrollado una guía de aspectos de seguridad sobre el suministro de GNL como combustible, coordinada por Puertos del Estado y la Dirección General de la Marina Mercante. Este documento es un compendio de la normativa desarrollada y guidelines publicadas de los procedimientos y equipos para el suministro de GNL desde los diferentes tipos truck to ship (TTS), ship to ship (STS) o pipe to ship (PTS). Esta guía contempla el punto de vista a nivel de recomendación para los diferentes aspectos a tener en cuenta por la Autoridad Portuaria (almacenamiento local, manipulación, transporte y actividades de abastecimiento de combustible) en materia de autorización y permisos para las operaciones de bunkering de GNL.

Además, se ha desarrollado una cadena logística eficiente y segura que permite el suministro de GNL en todos los puertos, contando con la experiencia de mas de 50 años en la operación de las infraestructuras de GNL.

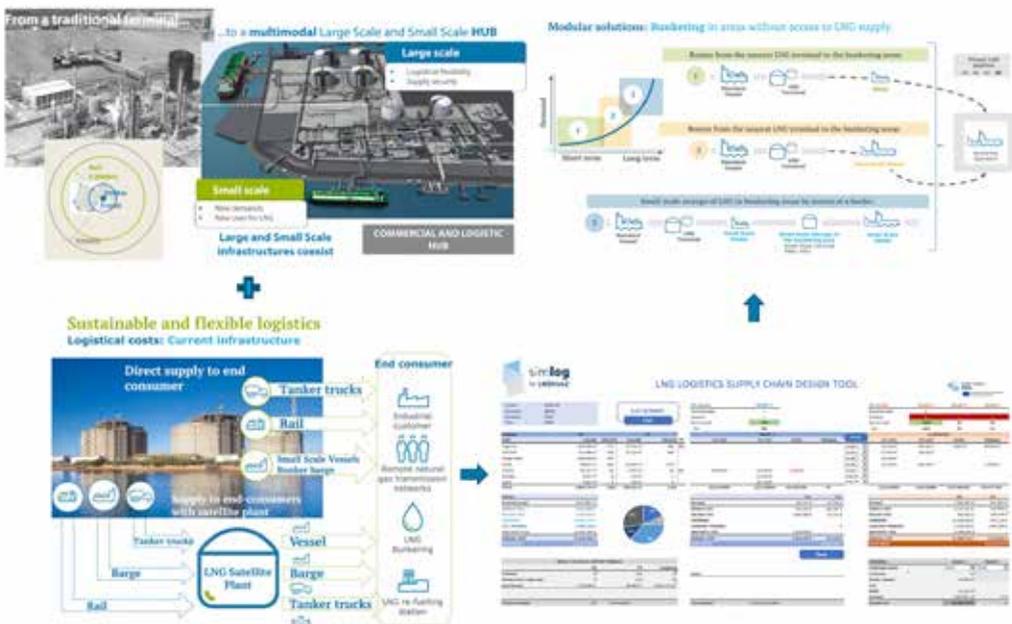
- **Impulso del mercado de oferta y demanda:**

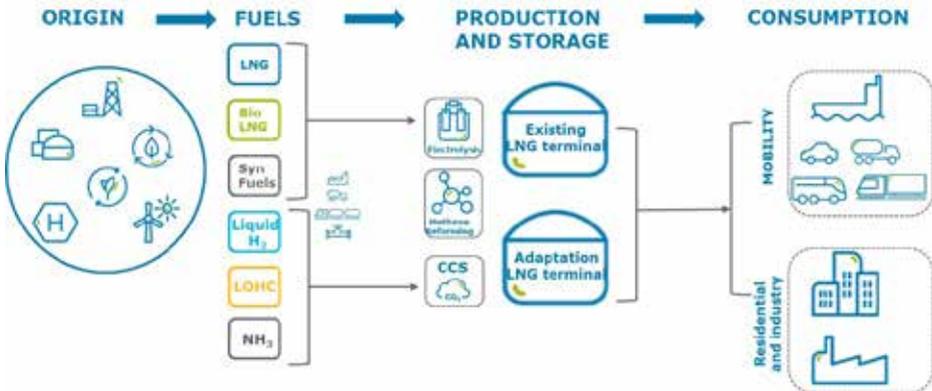
Este proyecto ha permitido eliminar barreras que se encuentran en el desarrollo de este tipo de iniciativas (normativas, regulatorias, formación, logística, innovación, análisis de mercado etc..) de oferta como buques de suministro, equipos multitruck to ship (MTTS), almacenes estratégicos y también para proyectos de demanda como transformación de buques existentes a GNL, nuevas construcciones, equipos portuarios a GNL, soluciones innovadoras como una Onshore Power Supply móvil alimentada a GNL, transformación de grúas stra-

ddle carrier o la transformación de locomotoras a GNL en el entorno portuario.

● **El rol de las infraestructuras gasistas**

Las actuales plantas de GNL se han desarrollado como **hubs energéticos**, teniendo un papel clave en el desarrollo del GNL como combustible alternativo para todo tipo de transporte. Esto ha sido posible gracias a la capacidad de adaptación de las mismas, permitiendo optimizar al máximo las cadenas logísticas para poder suministrar el GNL y de los futuros gases renovables para la movilidad (ferrocarril, carretera y marítimo). Esta adaptación ha permitido que la infraestructura gasista haya jugado un rol estratégico como líder en este camino de la transición energética hacia los gases renovables, mediante el uso del biometano o del hidrógeno.





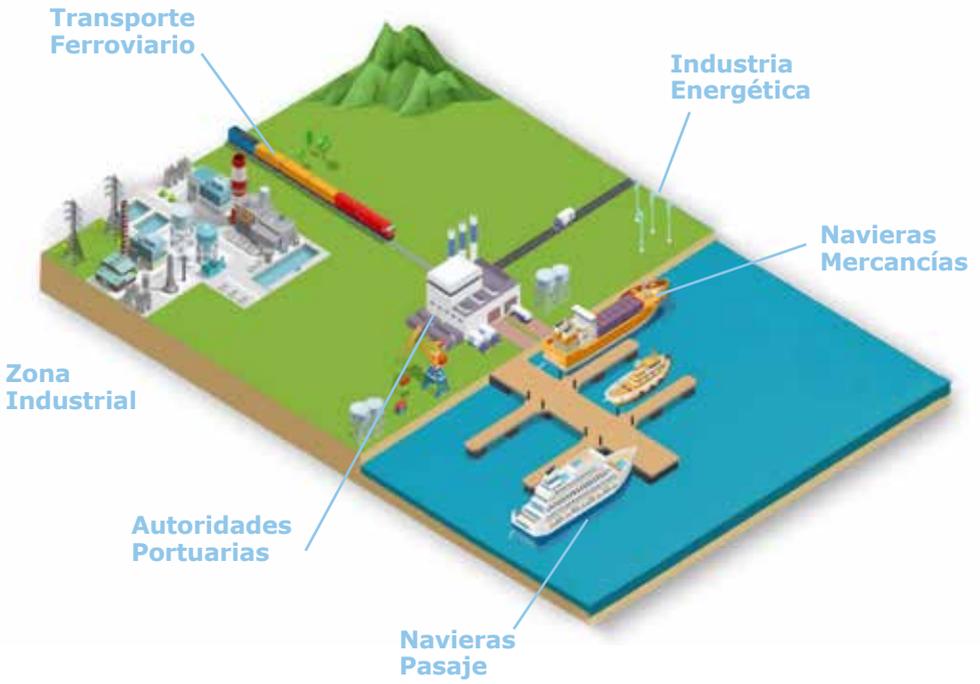
**• Puertos y su contribución al desarrollo de los gases renovables, presente y futuro**

Gracias al esfuerzo nacional para cumplir con la directiva 2014/94, el acuerdo de París y el resto de los compromisos a nivel europeo -especialmente las iniciativas Green Deal, Fit for 55 y Repower EU, y nacional, la estrategia LNGhive2 plantea impulsar la transición hacia los gases renovables -tanto biometano, como hidrógeno- en el transporte marítimo apoyando el despliegue de infraestructuras, buques consumidores e industria de servicios GNL -capaces de consumir dichos gases renovables. Además, la alternativa de los gases renovables en España se ve favorecida por las características del sistema gasista nacional, que facilita el suministro de gases renovables en unas condiciones muy competitivas respecto de otros países sin la necesidad de realizar nuevas inversiones permitiendo ampliar así la oferta de servicios logísticos del sistema gasista español.



Como continuación a la estrategia LNGhive2 nace una iniciativa totalmente descarbonizada, como parte del desarrollo del roll-out del primer proyecto CORE LNGas hive. Esta iniciativa tiene como objetivo la **descarbonización del entorno portuario mediante el impulso de los puertos como hubs energéticos** y principal palanca para aglutinar el transporte multimodal y comenzar la descarbonización de todos sus tipos (carretera, ferrocarril y marítimo). En la actualidad, el 40% de las mercancías “pesadas” se mueven en torno a los puertos, responsables de alrededor del 10% de las emisiones de España, por lo que iniciar la descarbonización del transporte centralizando los esfuerzos entorno a estos nodos logísticos es la mejor forma de optimizar los esfuerzos de los diferentes agentes implicados. En concreto esta iniciativa tiene como **objetivos**:

- ◇ **Acelerar el despliegue de combustibles bajos en carbono** en el sector marítimo-portuario en España
- ◇ **Promoción de los puertos como hubs energéticos y nodos logísticos multimodales**
- ◇ **Descontaminar y descarbonizar el transporte marítimo y el sector portuario** en el corto plazo y favorecer la integración de gases renovables en el mix energético en el medio y largo plazo, tanto en el sector naviero, como en el portuario.
- ◇ **Aumentar la competitividad del sector marítimo y portuario** reduciendo sus costes operativos, y disminuyendo el riesgo de obsolescencia de las inversiones, como consecuencia de las futuras regulaciones en materia de emisiones atmosféricas.
- ◇ **Promover el crecimiento industrial y social** de España con el desarrollo de servicios especializados de alto valor añadido dirigidos al sector en concreto:
  - a. Refinerías y otras instalaciones y plantas del sector energético en puertos españoles adaptadas para la producción de combustibles bajos en carbono como el bioGNL, metano sintético y el hidrógeno
  - b. Suministro de combustibles bajos en carbono para el transporte marítimo y aplicaciones portuarias
  - c. Introducción de combustibles bajos en carbono en puertos, puertos secos y corredores logísticos



## 02. Análisis de los impactos del proyecto y su roll-out

### a) Impacto medioambiental

Desde un punto medioambiental el impacto del desarrollo de estos proyectos ha sido muy significativo, ya que hay que tener en cuenta que el uso del GNL como combustible presenta dos grandes ventajas medioambientales respecto de los combustibles convencionales, la primera y más importante, una casi completa reducción de las sustancias contaminantes -NOx, SOx y PM- y la segunda, una reducción del CO2 emitido. Dentro del proyecto, se han desarrollado actividades donde se utilizan equipos consumidores en donde esta reducción es de manera directa, comparando con el rendimiento ambiental de la solución sustituida, y también existen las actividades de desarrollo de medios de suministro, incluida infraestructura, donde esta valoración resulta más compleja al entenderse que el valor ambiental de estas soluciones reside en permitir el consumo de GNL en medios de transporte, siendo por lo tanto un impacto indirecto.

Además de la reducción de emisiones directa e indirecta de las actividades, se ha estudiado la reducción de emisiones futura debido a la previsión de demanda de bunkering de GNL en los puertos de españoles y próximos como Tánger-MED y Gibraltar.

Una vez analizados los resultados de todas las actividades, se desglosa de la siguiente forma:

Tipo Impacto	Reducción GHG	Reducción SOx	Reducción PM	Reducción Nox
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Directo</b>	<b>33.798</b>	<b>1.865,52</b>	<b>405,85</b>	<b>7.494,11</b>
Marítimo	33.770	1.865,47	405,85	7.493,94
Terrestre	28	0,04	0,01	0,18
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Indirecto</b>	<b>420.235</b>	<b>45.176,37</b>	<b>31.900,06</b>	<b>53.080,50</b>
Marítimo	420.000	45.176,00	31.900,00	53.079,00
Terrestre	235	0,37	0,06	1,50
<b>Total</b>	<b>454.033</b>	<b>47.041,88</b>	<b>32.305,91</b>	<b>60.574,61</b>

Ilustración 1 Impacto ambiental indirecto anual (t contaminante) de los proyectos de desarrollo de infraestructuras y medios de suministro

## b) Impacto social/económico

El proyecto, con una **duración aproximada de 7 años** incluyendo la extensión a través del roll-out LNGhive2, se ha dividido en dos fases principales, una primera compuesta de estudios y pilotos (HIVE 1) que se realizó fundamentalmente los primeros años del proyecto, aunque se ha extendido hasta el final del proyecto, y una segunda que engloba proyectos con implantación real en el mercado (roll-out), que comenzó en el año 2017, con más peso en la fase final. El **presupuesto total** del proyecto en sus **5 años de duración ha ascendido a un total de 242M €, de los cuales 54M € fueron provenientes de fondos europeos**. La distribución de los fondos en términos geográficos puede observarse en el mapa a continuación, si bien la localización de los medios de suministro marítimo y buques consumidores podría variar de acuerdo con las necesidades de las empresas operadoras:

ÁREA HIVE	HIVE 1					HIVE 2		Total	
	Equipos de consumo	Infraestructura y logística	Costos de proyecto	Infraestructuras	Medios de suministro	Equipos de consumo	Infraestructuras		
Corredor Mediterráneo	€ 1 mil.	€ 2 mil.		€ 4 mil.		€ 7 mil.	€ 27 mil.	€ 37 mil.	€ 126 mil.
Balneario							€ 2 mil.	€ 3 mil.	€ 60 mil.
Corredor Atlántico	€ 6 mil.			€ 3 mil.				€ 32 mil.	€ 41 mil.
Nacional		€ 7 mil.	€ 1 mil.		€ 3 mil.				€ 11 mil.
<b>Total</b>	<b>€ 7 mil.</b>	<b>€ 9 mil.</b>	<b>€ 4 mil.</b>	<b>€ 7 mil.</b>	<b>€ 3 mil.</b>	<b>€ 72 mil.</b>	<b>€ 32 mil.</b>	<b>€ 102 mil.</b>	<b>€ 242 mil.</b>

Ilustración 2 Distribución del presupuesto del proyecto HIVE por área geográfica

Una de las técnicas más extendidas para el estudio del impacto económico que una actividad tiene en el conjunto de una economía es la metodología de **tablas input-output (TIO)** propuesta por Leontief. Una de las principales utilidades de este modelo conceptual es que permite valorar de manera sencilla la alteración de la demanda (en términos de inversión, empleo u otros), que un aumento o disminución de la actividad económica genera en el resto, tanto de manera directa, como indirecta, consecuencia de un aumento en su actividad.

En general, los efectos que un incremento de actividad en un sector genera pueden clasificarse en tres tipos:

- **Impacto directo**
- **Impacto indirecto**
- **Impacto inducido**

El proyecto CORE LNGas hive y su roll-out con un presupuesto total de **242M € presupuesto asignado** para el proyecto solo un 24% -54M €- se

corresponden con presupuesto público por lo que cabe destacar que los efectos totales producidos por el gasto público ascienden a más del 800%, si se consideran tanto los efectos directos e indirectos:

- **Financiación pública:** 54M €
- **Gasto sector privado:** 188M €
- **En la economía española:** 104M € / 757 empleos directos
- **Efecto indirecto:** 140M € / 963 empleos indirectos
- **Efecto inducido:** 81M € / 661 empleos indirectos
- **Total:** 457,5M € / 2381 empleos
- **Efecto multiplicador del proyecto sobre la financiación pública:** 840%

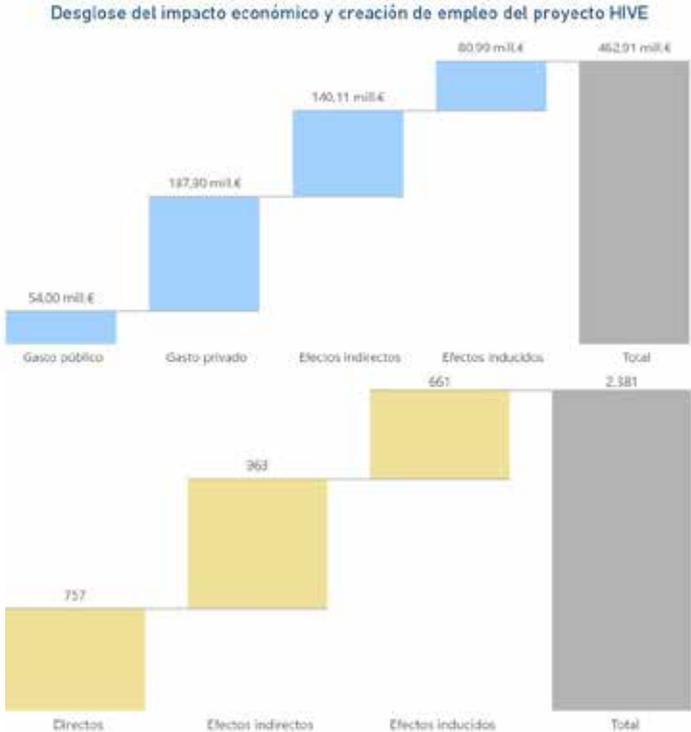
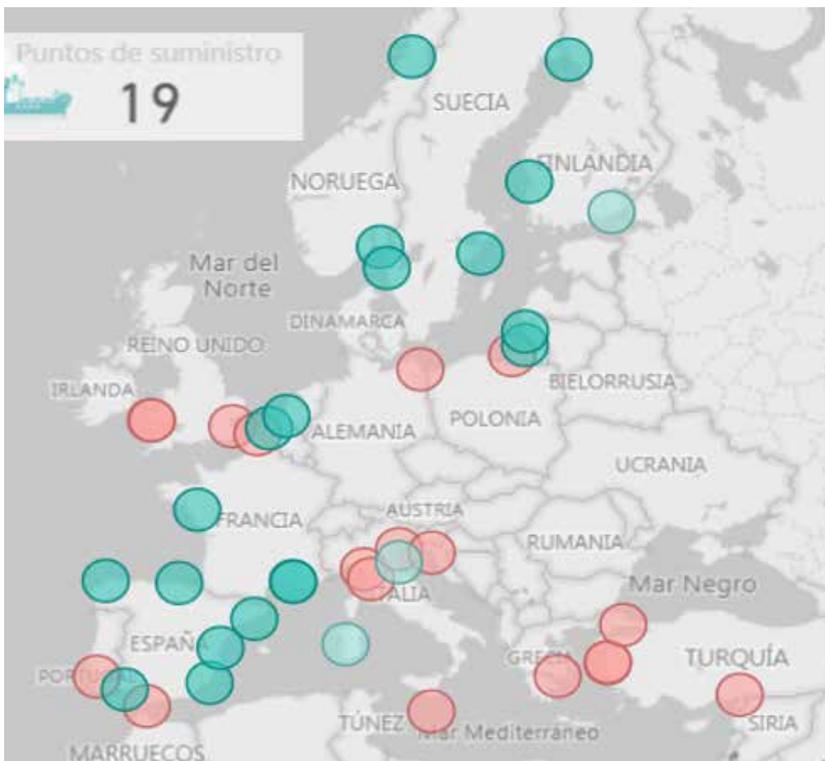


Ilustración 3 Resumen del impacto económico y creación de empleo del proyecto HIVE

### c) Impacto en la competitividad nacional

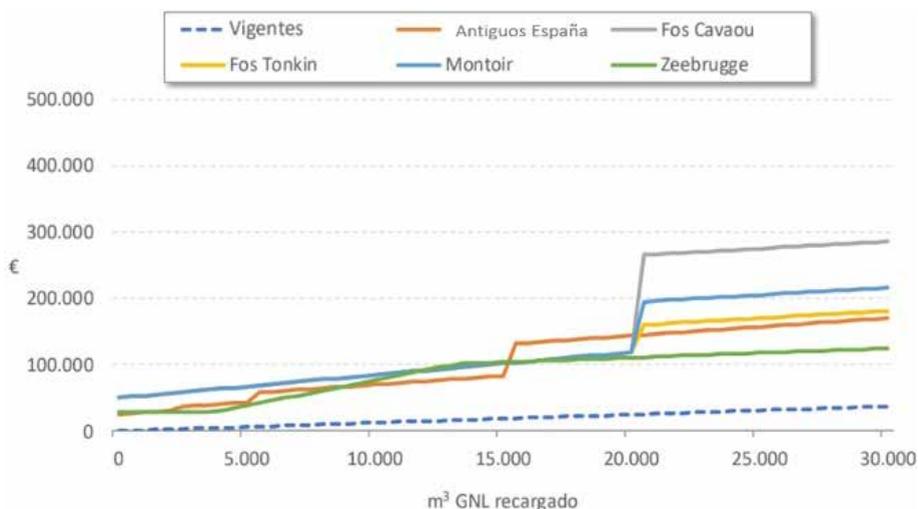
Uno de los grandes beneficios de desarrollar primero un plan de actuaciones e inversiones necesarias que organice el desarrollo y despliegue de una tecnología, es la capacidad para soportar solo aquellas acciones con mayor impacto en términos económicos, ambientales y sociales. En concreto en el ámbito del bunkering de GNL, además de las inversiones en medios de suministro ya operativas como, las acciones del proyecto CORE LNGas hive han permitido posicionar el sistema portuario español como:

- **El sistema europeo con mayor número de puertos con puntos de recarga para camiones cisterna y buques de suministro, especialmente en el Mar Mediterráneo.**



*Disponibilidad de infraestructuras para la recarga de buques de bunkering en Europa*

- El sistema con los costes logísticos para el suministro de GNL como combustible marino más competitivo en la Fachada Mediterránea:** uno de los principales ejemplos de esta dinámica ha sido la promoción de las infraestructuras de recarga de buques en las terminales de GNL junto con la modificación de los costes regulados de su servicio, posicionando España no solo con el sistema portuario con mayor número de puntos de suministro, sino también los más económicos.



Comparativa de costes de recarga de buques GNL en las terminales europeas con acceso público. Fuente: CNMC

- Tasa portuarias GNL:** probada la capacidad de los buques propulsados por GNL para reducir las emisiones contaminantes, especialmente dañinas cuando se realiza durante la escala del buque en áreas urbanas, el proyecto HIVE ha promovido una reducción de las tasas portuarias a nivel nacional para los navíos propulsados por GNL, que se espera favorezca la utilización de estos buques en líneas o servicios usuarios de los puertos españoles.

A nivel nacional, si se valora el impacto del proyecto exclusivamente en términos del cumplimiento de la directiva 2014/94, puede concluirse el gran éxito del mismo al observarse como **los puertos españoles han evolucionado desde una situación de ausencia de medios y suministros casi total hasta la situación actual en la que se han registrado suministros o se permite el suministro**, ya sea mediante buque o cisterna, **en prácticamente la totalidad del sistema portuario español** – entre ellos 10 de los 13 que componen la red TEN-T Básica en España-, debiéndose el resto de ausencias a la falta de demanda y no a la carencia de medios y regulación.

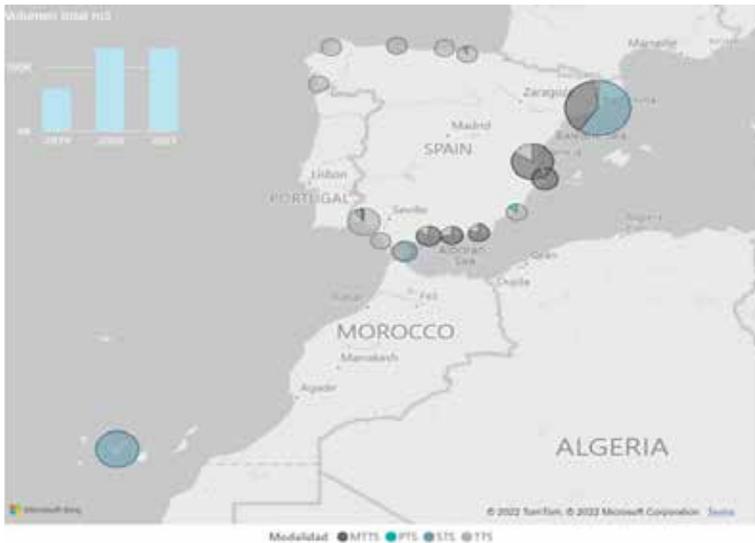


Figura 3.4 Suministros realizados en España (2019-2022) como prueba del cumplimiento de la Dir. 2014/94

Además de la aportación realizada para el cumplimiento de la directiva 2014/94, las acciones del proyecto HIVE se encuentran alineadas con las directrices del posteriormente publicado Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNEIC) y las Hojas de Ruta del Biogás y el Hidrógeno, al favorecer la descarbonización del transporte y ofrecer una plataforma de consumo de gases renovables flexible y con un alto consumo unitario (un buque puede llegar a equivaler al consumo de más 10.000 turismos) facilitando la coordinación entre producción, suministro y consumo.

Estas acciones, que aseguran **la disponibilidad de suministro de GNL y gases renovables a costes competitivos, complementadas con estudios y medidas que benefician directamente a la demanda de**

**combustibles alternativos** como la reducción de las tasas portuarias a los buques consumidores de GNL o la promoción de first movers en ciertos tipos de buque **se espera favorezca notablemente la capacidad de la flota europea para afrontar los desafíos de la transición energética.**

**d) Impacto regulatorio nivel europeo e internacional**

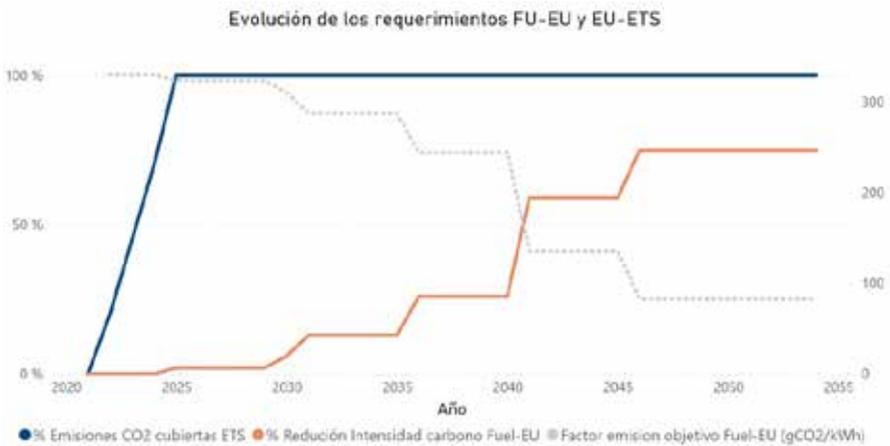
El valor añadido, definido por la Unión Europea como aquellas acciones emprendidas por un estado miembro que generan un valor añadido para el conjunto de los estados y cuya relevancia es aplicable no solo a nivel regional pero también a nivel europeo, en este sentido el proyecto CORE LNGas hive y su roll-out LNGhive2 han destacado por su capacidad para:

- **Implementar legislación europea**

En este sentido, los proyectos han ido desarrollándose a la vez que la regulación europea e internacional, de esta forma ha permitido ir evolucionando cada una de las actividades hacia el futuro Pathway de los gases renovables, permitiendo de esta forma, descarbonizar el transporte marítimo y cumpliendo a su vez con los objetivos de la Unión Europea y de la Organización Marítima Internacional.



En concreto, se ha analizado conjuntamente la normativa futura para el transporte marítimo, obteniendo así el Pathway de obligado cumplimiento para los buques que naveguen y operen en puertos europeos, de acuerdo a la iniciativa Fuel EU Maritime y la incorporación del transporte marítimo en el ETS (Emission Trading System).



La regulación ambiental europea reconoce una huella de carbono menor al GNL y al bio-GNL respecto del combustible convencional y bio-fuels, lo que supone un ahorro de partida en créditos EU ETS y en la compra de biocombustibles para el cumplimiento de Fuel-EU.

En concreto, se ha analizado el impacto que tendría la utilización del GNL como combustible y así como la utilización de gases renovables como el biometano, frente a la opción de los combustibles tradicionales y bio.



Ilustración 4 Evolución prevista de las regulaciones Fuel-EU y EU-ETS

Del análisis realizado se obtienen las siguientes conclusiones:

- El uso de GNL como combustible marino y gases renovables para cumplir con la regulación Fuel-EU induce un gran ahorro de emisiones a nivel global en los sectores del transporte marítimo donde los sistemas de propulsión con motores de 2 tiempos predominan.
- Pese a que no se reconoce una menor huella de carbono a los buques Ro-Pax y cruceros que utilizan motores DF 4T alimentados por GNL, al operar principalmente en el continente europeo y utilizar bioGNL con un precio inferior y menor huella de carbono que el bioVLSFO se verán muy favorecidos por los requerimientos de la normativa Fuel-EU.
- Los buques con motores 2T DF, de acuerdo con la regulación europea, no requerirán de la adición de bio-LNG hasta el año 2036.
- Los buques propulsados por combustibles derivados del hidrógeno no supondrían una amenaza competitiva ni para los buques construidos en el primer periodo analizado - 2020 a 2045 -, ni en el segundo - 2030 a 2055 -.

## 03. Coste abatimiento reducción emisiones

Actualmente hay muchas vías potenciales para reducir las emisiones en el transporte por mediante la **sustitución de los combustibles tradicionales** que dominan hoy en día por combustibles renovables y bajos en carbono. A la hora de comparar las opciones tecnológicas y su contribución a la protección del clima, es necesario un enfoque global que tenga en cuenta las emisiones y los costes a lo largo de la cadena de valor. Esto garantizará que los objetivos de emisiones se alcancen de forma rentable (“value for money”) cuando los responsables políticos decidan qué opciones tecnológicas apoyar.

La comparación de opciones es compleja debido a los diferentes perfiles de emisiones y costes de los vehículos. Un método de comparación consiste en calcular el coste de la reducción del carbono. El coste de reducción es el coste de reducir las emisiones con respecto a la tecnología convencional. Por tanto, si se calcula para diferentes tecnologías alternativas, indica cuál es la opción más rentable para reducir las emisiones.

Recientemente se ha realizado un análisis por Frontier Economics<sup>1</sup>, este estudio ha analizado los costes de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> de los principales vehículos de transporte para ilustrar la contribución potencial de la movilidad de las diferentes alternativas. Este estudio ha analizado los cuatro modos de transporte (vehículo ligero, pesado, ferrocarril y marítimo).

Los resultados indican que la **movilidad con gas natural** es una opción fácilmente disponible y constituye una atractiva adición a la combinación de tecnologías en 2030 necesaria para migrar de forma eficaz y eficiente hacia un sector de movilidad con bajas emisiones de carbono.

De hecho, se espera que en 2030 el GNL tenga costes similares o inferiores a los de todas las demás opciones, incluidas las tecnologías convencionales, en los cuatro sectores analizados. Esto significa que se espera que el aumento del uso del gas natural en la movilidad reduzca tanto las emisiones como los costes.

En cuanto al biometano (LBM), es la siguiente forma más rentable de reducir las emisiones en los cuatro sectores y la tecnología con menos emisiones. Aunque el suministro limitado podría afectar a su capacidad para contribuir a la descarbonización de los sectores analizados, los resultados indican que el Pathway del LBM es la solución más óptima en cuanto a reducción de emisiones y coste y por tanto se debe apoyar la producción y su uso.

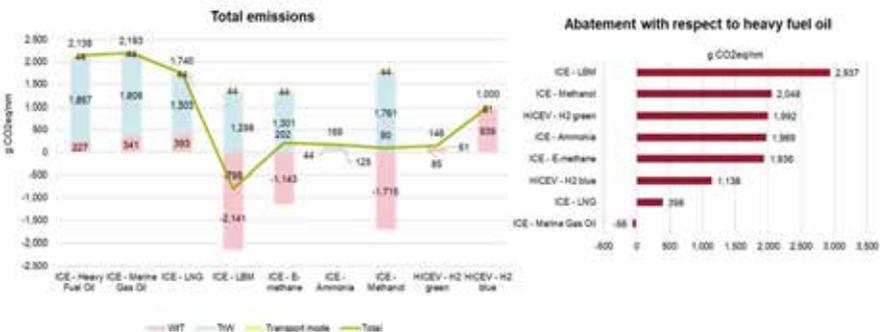


Ilustración 5 Caso marítimo buque portacontenedor Deepsea

Además, el uso del gas natural reduce el riesgo de un suministro insuficiente o costoso de minerales como el cobre, el litio y el cobalto, que son clave para construir las baterías de los vehículos eléctricos.

Por lo tanto, aunque el gas natural no es una tecnología de emisiones cero y a largo plazo su uso directo en el transporte tendrá que ser muy limitado para lograr el cero neto, durante la transición proporcionará una reducción eficiente de las emisiones y puede ayudar a Europa a alcanzar un determinado objetivo de protección del clima con menores costes.

<sup>1</sup>CO2 EMISSION ABATEMENT COSTS IN THE TRANSPORT SECTOR. A study for Enagás 25 MARCH 2022

## 04. Conclusiones de los impactos

Por todo ello, los impactos derivados del desarrollo del proyecto CORE LNGas hive y su posterior roll-out son sin duda una **palanca hacia la descarbonización del transporte marítimo**, permitiendo a este sector cumplir con los objetivos marcados por Europa y la Organización Marítima Internacional.

Este proyecto ha sido un caso de éxito reconocido tanto por la administración española como europea, no solo por la colaboración entre la administración pública y empresas privadas, si no también por sus resultados, siendo referencia para el desarrollo de futuros proyectos en el ámbito nacional y europeo en el marco del cumplimiento de los objetivos de descarbonización a través de los gases renovables.

Un ejemplo de continuidad de este proyecto a nivel nacional es la iniciativa que nace ahora de descarbonización total para contribuir a la descarbonización de los puertos y cumplir así con los objetivos marcados por Europa en materia de reducción de emisiones.

A continuación, se mencionan aspectos claves desarrollados por este proyecto:

### ● Promoción de mejores prácticas

El proyecto CORE LNGas hive no solo ha abordado el desarrollo de las infraestructuras y medios de suministro necesarios para cumplir con la directiva 2014/94, concretamente, a través del proyecto se colaboró en la transposición de la DE 2014/94 que se plasmó a través del **Marco de Acción Nacional** en la parte marítima de la infraestructura portuaria para garantizar el suministro de GNL en los puertos CORE de la red TEN-T, además se identificaron y eliminaron una serie de barreras e ineficiencias que dificultaban dicho desarrollo, muchas de ellas como consecuencia de la falta de experiencias previas en otros entornos portuarios. Como consecuencia de ello, durante la elaboración de los proyectos relacionados con desarrollos normativos o de formación, como las guías de seguridad o las capacitaciones laborales, el proyecto ha considerado las principales normativas internacionales de referencia y mejores prácticas disponibles con el objetivo de facilitar su aplicación en otros entornos portuarios comunitarios o el establecimiento en España de empresas que operan regularmente en otros puertos con similares referencias.

## ● Benchmarking para la toma de decisiones

Todos los proyectos piloto y de implantación realizados por el proyecto CORE LNGas hive y su roll-out LNGhive2 han sido precedidos o acompañados de múltiples estudios y herramientas para valorar la idoneidad de su realización en el marco del cumplimiento de la directiva 2014/94 y saber si estos resultarán competitivos en términos económicos y medioambientales. Entre otros destacan los trabajos para la elaboración de una metodología para la valoración continua de la potencial demanda marítima de GNL y de una herramienta (simlog©) para el diseño de cadenas logísticas para el bunkering de GNL, que ha permitido disponer de datos actualizados a lo largo de todo el proyecto y evaluar la idoneidad de los proyectos de implantación presentados. El proyecto también ha desarrollado herramientas para el seguimiento continuo de los desarrollos relacionados con combustibles alternativos, mediante la creación de un observatorio liderado por Puertos del Estado.

## ● Networking

El proyecto CORE LNGas hive y su roll-out LNGhive2 han permitido realizar más de 75 eventos de diseminación y explicación de sus trabajos con especial foco en la difusión de las ventajas del GNL y otros combustibles alternativos pueden ofrecer al sector portuario y marítimo nacional y europeo, pero también en la coordinación y entendimiento entre todos los sectores de la actividad que confluyen en dichos entornos.

	IMPACTOS DIRECTOS	IMPACTOS INDIRECTOS
 <p>El proyecto HIVE ha soportado una gran parte de las <b>INVERSIONES</b> en GNL como combustible marino</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 54M € de gasto público</li> <li>• <b>242M € de gasto total</b></li> <li>• 757 empleos eq creados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>261M € gasto indirecto e inducido</b></li> <li>• 1.624 empleos indirectos e inducidos</li> <li>• <b>Multiplicador 840% del gasto público</b></li> </ul>
 <p>Ha favorecido notablemente la <b>REDUCCIÓN DE EMISIONES</b> contaminantes y GHG</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 34.000 t CO2 ahorro anual</li> <li>• <b>48,5 M€ de ahorro anual en costes externos</b>, incluyendo otros contaminantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 420.000 t CO2 ahorro anual</li> <li>• <b>289M € ahorro anual en costes externos</b></li> </ul>
 <p>Ha colaborado y asistido en la <b>elaboración de la REGULACIÓN</b> necesaria para la implantación del GNL</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento 2014/94</li> <li>• Gulas de seguridad para la operación portuaria</li> <li>• Formación personal emergencias y operación terrestre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peajes del sistema gasista</li> <li>• Homogeneidad en la regulación del servicio de bunkering</li> <li>• Regulación "consciente" y fácil dialogo entre stakeholders</li> </ul>

Ilustración 6 Resumen de impactos directos e indirectos del proyecto HIVE



# PARTE II

## 05. Utilización de esta guía

Esta guía es una recopilación de toda la experiencia acumulada a través del desarrollo del proyecto CORE LNGas hive con el fin de servir para el desarrollo de proyectos de bunkering de GNL, small scale y de la descarbonización del entorno portuario.

A continuación, se muestra un esquema donde aparecen los diferentes proyectos tanto de oferta como de demanda de GNL para la descarbonización del entorno portuario y del transporte marítimo.

La guía permite al usuario conocer el know-how y la experiencia desarrollada en las diferentes iniciativas del proyecto CORE LNGas hive y de los posteriores desarrollos a través su roll-out.

Para el desarrollo de estos proyectos, se han realizado una serie de estudios transversales que aplican como base los diferentes proyectos piloto (marco regulatorio, técnicos, formación, diseminación, estudios de demanda y cadenas logísticas etc..) estos estudios están explicados al final de esta guía junto con los planes de inversión futura y el observatorio de Puertos del Estado.

## 06. Proyectos

### A) CORE LNGas hive

#### 1. Adaptación de la Terminal de GNL de Bilbao para dar servicios de small scale y bunkering

<b>Impacto:</b>	<p><b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b></p> <p><b>Descarbonización</b></p> <p><b>Contribución a los objetivos Directiva 2014/94</b></p>
<b>Descripción:</b>	<p>Adaptación de la Terminal de GNL de Bilbao, para su validación como solución innovadora para suministro (bunkering) desde planta a buque (pipe to ship). Para ello se han realizado los siguientes trabajos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obras de interconexión del pipeline para el suministro de GNL, entre otros aspectos implicó realizar modificaciones en las tuberías existentes, así como una posterior definición de un colector adecuado para el suministro de GNL a buques.</li> <li>• Obras de adaptación del muelle, se tuvo que realizar una adaptación del pantalán de la terminal de BBG para el atraque de buques de menor tamaño que los habituales metaneros de GNL, en particular se acondicionó tomando como referencia el atraque del buque Oizmendi de 100 m de eslora.</li> </ul>
<b>Presupuesto:</b>	700.000€
<b>Conclusiones:</b>	<p>Con la puesta en marcha de esta adaptación de la planta se pueden ofrecer servicios de small scale en la terminal de GNL de Bilbao. Hasta la fecha se han hecho dos operaciones de recarga de GNL para buques de bunkering, en concreto al buque Oizmendi.</p>



## 2. Adaptación buque existente para dar servicios de bunkering – Oizmendi

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b> <b>Descarbonización</b>
<b>Descripción:</b>	<p>Transformar una barcaza existente (Monte Arucas/finalmente llamado Oizmendi) para el abastecimiento de combustible convencional y GNL, con una capacidad total de aprovisionamiento de GNL de 600 m3. Para ello esta actividad se dividió en las siguientes tareas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarea 1. Estudio de viabilidad del servicio de bunkering de GNL en el puerto de Bilbao.</li> <li>• Tarea 2. Selección del buque candidato a ser convertido en barcaza de bunkering de GNL.</li> <li>• Tarea 3. Ingeniería básica y de detalle para la adaptación de la gabarra.</li> <li>• Tarea 4. Proceso de adquisición de la barcaza y transformación en astillero. Trabajos realizados en los astilleros Murueta</li> <li>• Tarea 5. Puesta en marcha y pruebas.</li> </ul>
<b>Presupuesto:</b>	5.573.000€
<b>Conclusiones:</b>	<p>La adaptación de este buque existente, ha permitido introducir en el mercado un buque de bunkering multicomcombustible, de esta forma se puede garantizar todo tipo de suministro al cliente permitiendo flexibilizar la demanda. Este buque cuenta con una capacidad máxima de suministro de 600 m3. Realizó su primera operación de bunkering ship to ship en el puerto de Bilbao al buque Ireland.</p>



### 3. Construcción de un remolcador a GNL en el puerto de Bilbao

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b> <b>Descarbonización</b> <b>Contribución a los objetivos Directiva 2014/94</b>
<b>Descripción:</b>	<p>La construcción del buque es una solución innovadora que consiste en el primer remolcador con motor de gas natural licuado (GNL) en la UE y su implementación para probar su viabilidad y adecuación, así como su valor añadido antes de desplegarlo a mayor escala. A continuación, se muestran sus características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos motores Wartsila 9L20 Dual Fuel (1.665kW/unidad)</li> <li>• Tanque de GNL: 25 m<sup>3</sup></li> <li>• Eslora total: 28 m</li> <li>• GT: 395GT</li> <li>• Capacidad tiro: 55 t</li> </ul>
<b>Presupuesto:</b>	3.346.000€
<b>Conclusiones:</b>	<p>El remolcador se incorporó al servicio portuario de Bilbao en julio de 2020 con total normalidad en el servicio y realiza su suministro de GNL mediante camión cisterna en el puerto de Bilbao mensualmente.</p>



#### 4. Adaptación de la Terminal de GNL de Ferrol para dar servicios de small scale y bunkering

<p><b>Impacto:</b></p>	<p><b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b>  <b>Descarbonización</b>  <b>Contribución a los objetivos Directiva 2014/94</b></p>
<p><b>Descripción:</b></p>	<p>Adaptación de la terminal de GNL de Ferrol, para su validación como solución innovadora para suministro (bunkering) desde planta a buque (pipe to ship). Para ello el atraque existente debe tener una funcionalidad comparable a la del actual, pudiendo dar servicio a buques metaneros de hasta 266.000 m3 de capacidad, y dedicado al bunkering o a la distribución a small scale, 650 m3 de capacidad mínima. Los elementos de descarga necesarios para el funcionamiento de los buques de small scale a adaptar a los ya existentes son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasarelas de acceso a los buques</li> <li>• Sistemas de extinción de incendios</li> <li>• Caseta de control</li> </ul>
<p><b>Presupuesto:</b></p>	<p>1.268.000€</p>
<p><b>Conclusiones:</b></p>	<p>Con la ejecución de esta adaptación prevista su finalización a principios de 2022, la terminal podrá ofrecer servicios de small scale y bunkering.</p>



## 5. Adaptación de la Terminal de GNL de Barcelona para dar servicios de small scale y bunkering

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b> <b>Descarbonización</b> <b>Contribución a los objetivos Directiva 2014/94</b>
<b>Descripción:</b>	<p>Adaptar la Terminal de GNL de Barcelona, para su validación como solución innovadora para suministro (bunkering) desde planta a buque (pipe to ship). Esta instalación realizada en el segundo atraque de la Terminal de GNL de Barcelona tiene una capacidad para buques desde 80.000 m<sup>3</sup> hasta los 600 m<sup>3</sup>. Los caudales de llenado de la instalación de bunkering oscilan entre los 140-400m<sup>3</sup>/h</p>
<b>Presupuesto:</b>	1.525.000€
<b>Conclusiones:</b>	<p>Con la adaptación del segundo atraque en la terminal de Barcelona, se ofrece un servicio simultaneo para cargas y descargas de GNL. Esta obra permite que se realicen cargas de small scale para buques desde 600m<sup>3</sup> de capacidad.</p>



## 6. Construcción buque de suministro de GNL (LNG ready)

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda Descarbonización</b>
<b>Descripción:</b>	<p>Construcción de un buque de suministro para el abastecimiento de combustible convencional y GNL, con una capacidad total de aprovisionamiento de GNL de 1.200 m3. Para ello esta actividad se dividió en las siguientes tareas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de estudios de compatibilidad de un buque para suministro de GNL a ferrys, ro-pax, cruceros etc,</li> <li>• Estudios de SIMOPS,</li> <li>• Áreas de seguridad y procedimientos.</li> <li>• Construcción de un buque multicomcombustible con el diseño LNG ready.</li> </ul>
<b>Presupuesto:</b>	2.754.000€
<b>Conclusiones:</b>	<p>El buque Bunker Breeze finalmente se construyó como un LNG ready, es decir, en cualquier momento podría entrar a astillero para instalar la parte de GNL para dar suministro. Actualmente se encuentra operando en el Puerto de Algeciras, perteneciente al clúster de Huelva. Su cadena logística óptima está basada en la recarga de los tanques de GNL desde la Terminal de GNL en Huelva, aunque también podría ser recargado a través de un buque small scale en una operación STS en aguas del Puerto de Algeciras, el coste medio logístico estaría alrededor de 2,2€/MWh.</p>



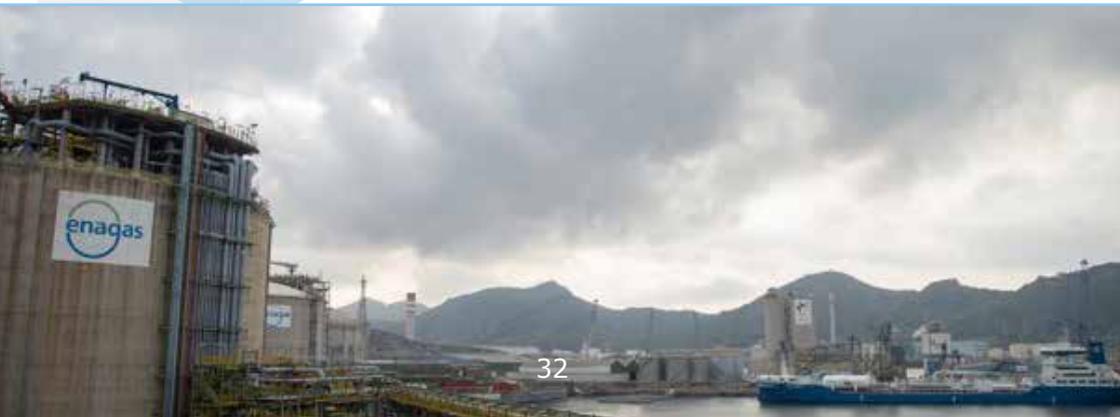
## 7. Adaptación grúa straddle carrier a GNL en el puerto de Barcelona

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda Descarbonización</b>
<b>Descripción:</b>	Desarrollar una solución innovadora consistente en la adaptación a GNL de grúas portuarias, con el consiguiente beneficio medioambiental para el entorno portuario y la ciudad de Barcelona. Esta actividad ha permitido eliminar las barreras para poner en servicio el equipo de la terminal de contenedores propulsado por GNL, ya que se ha analizado su viabilidad y adecuación, así como su valor añadido para su despliegue a mayor escala.
<b>Presupuesto:</b>	1.334.990€
<b>Conclusiones:</b>	La adaptación de la straddle carrier, concluyó a mitad de 2021, siendo todo un éxito, se pudieron analizar las emisiones del motor de GNL siendo éstas mucho menores en comparación con el equivalente diésel. En cuanto al sistema de suministro de GNL de la straddle carrier está diseñado para alimentar el sistema de doble motor diseñado, lo que implica que no se modificó el sistema de combustible inicial. El sistema de suministro de GNL va a estar situado en la parte inferior del straddle carrier, concretamente en el lugar opuesto al motor, facilitando así la operación de suministro de GNL.



## 8. Adaptación de la Terminal de GNL de Cartagena para dar servicios de small scale y bunkering

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b> <b>Descarbonización</b> <b>Contribución a los objetivos Directiva 2014/94</b>
<b>Descripción:</b>	Adaptar la Terminal de GNL de Cartagena, para su validación como solución innovadora para suministro (bunkering) desde planta a buque (pipe to ship). Esta instalación realizada en el atraque de la Terminal de GNL de Cartagena tiene una capacidad para buques desde 80.000 m3 hasta los 600 m3. Los caudales de llenado de la instalación de bunkering oscilan entre los 140-400m3/h.
<b>Presupuesto:</b>	2.730.000€
<b>Conclusiones:</b>	Con la adaptación del atraque en la terminal de Cartagena, se ofrece un servicio de small scale y bunkering de GNL. Esta obra permite que se realicen cargas de small scale para buques desde 600m3 de capacidad.



## 9. Generador a GNL para dar servicios de cold-ironing a buques (Onshore Power Supply)

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b> <b>Descarbonización</b> <b>Contribución a los objetivos Directiva 2014/94</b>
<b>Descripción:</b>	<p>Construcción y operación de un generador de electricidad móvil a GNL para alimentar los motores auxiliares de los buques durante su estancia en puerto. Demostrar la capacidad y viabilidad para su despliegue a mayor escala, durante las pruebas realizadas en los puertos de Barcelona, Tenerife y Vigo. Ha permitido desarrollar una solución factible, versátil y económica para los puertos y armadores que dé continuidad y desarrollo a esta medida de reducción de emisiones en los puertos situados en las proximidades de las ciudades.</p>
<b>Presupuesto:</b>	2.262.840€
<b>Conclusiones:</b>	<p>Este sistema ha sido probado en tres puertos diferentes (Barcelona, Vigo y Tenerife), pudiendo dar servicios en todas las pruebas. Sin duda alguna, esta solución innovadora puede extrapolarse a cualquier puerto, pudiendo de esta forma dar servicios de cold-ironing mediante la utilización de GNL o BioGNL, si necesidad de una infraestructura fija en puerto, ya que esta solución es totalmente móvil.</p>



## 10. Transporte multimodal de un isocontenedor de GNL por transporte terrestre, ferrocarril y marítimo

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b> <b>Descarbonización</b>
<b>Descripción:</b>	<p>Analizar la viabilidad técnica y económica del transporte multimodal de GNL (por carretera, ferrocarril y marítimo), tratando de resolver cuestiones de seguridad, logística, costes y permisos. En noviembre de 2018, se realizó una prueba desde Huelva hasta Melilla, utilizando los tres tipos de transporte (carretera, ferroviario y marítimo), siendo un éxito total y demostrando la capacidad logística del GNL para su transporte utilizando el modo más eficiente según el territorio.</p> <p>Lograr realizar el transporte multimodal cumpliendo todos los requisitos de seguridad y utilizando una sola carta de porte multimodal CSC.</p>
<b>Presupuesto:</b>	500.000€
<b>Conclusiones:</b>	En noviembre de 2018, se realizó una prueba multimodal para el transporte de GNL mediante ferrocarril, barco y camión. Esta prueba finalizó con éxito, habiéndose realizado el transporte del isocontenedor, desde Huelva hasta Melilla, utilizando los tres tipos de transporte y con una sola carta de porte de multimodal.



## B) LNGHIVE2: Roll-out de los proyectos

**Objetivo:** la Estrategia LNGhive2 tiene como objetivo de continuar el proceso de adaptación de la infraestructura para suministrar GNL a los servicios de transporte y a la construcción y la modernización de los medios de transporte en España potenciando la demanda de GNL como combustible marino.

### **Aportaciones:**

Estos proyectos de oferta y demanda han obtenido una financiación por parte de la UE, a través de las convocatorias CEF, aprobadas para el desarrollo del GNL como combustible marino en el sur de Europa en el 2017, 2019 y 2020.

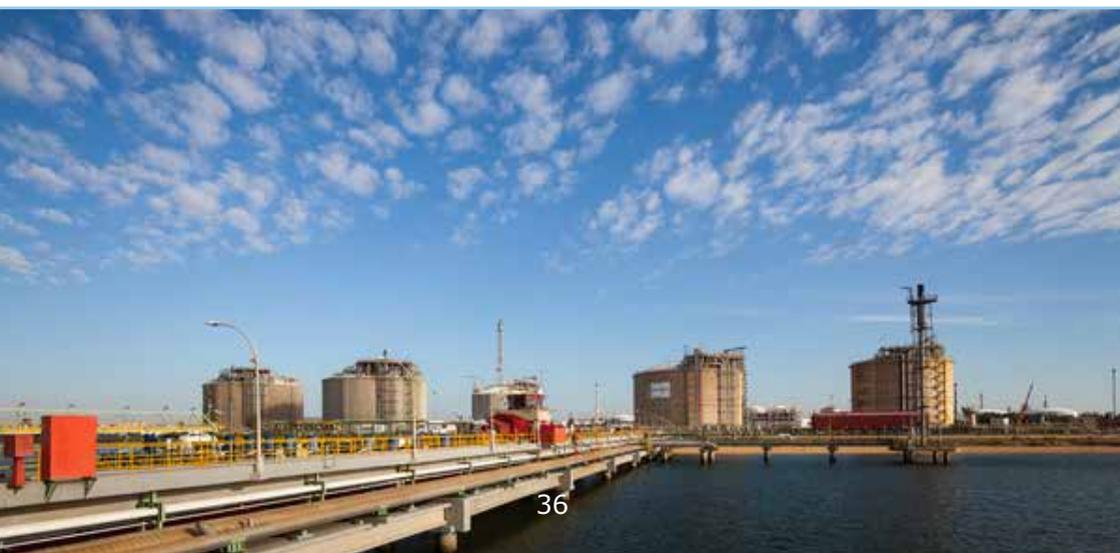
- **LNGHIVE2 infrastructure and logistics solutions**

Este proyecto coordinado por Enagás tiene como objetivo permitir que la Península Ibérica para ofrecer soluciones holísticas a los nuevos requisitos del sector naviero y ferroviario mediante el impulso del GNL como combustible en un ferrocarril.

Debido a la realización de los estudios de viabilidad en el proyecto CORE LNGas hive se ha continuado con su desarrollo en este proyecto, en concreto con las siguientes acciones:

## 11. Adaptación de la Terminal de GNL de Huelva para servicios de small scale y bunkering

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b> <b>Descarbonización</b> <b>Contribución a los objetivos Directiva 2014/94</b>
<b>Descripción:</b>	Realizar la adaptación de la Terminal de GNL de Huelva, para su validación como solución innovadora para suministro (bunkering) desde planta a buque (pipe to ship). Esta instalación realizada en el atraque de la Terminal de GNL de Huelva tiene una capacidad para buques desde 80.000 m <sup>3</sup> hasta los 600 m <sup>3</sup> . Los caudales de llenado de la instalación de bunkering oscilan entre los 140-400m <sup>3</sup> /h. Esta instalación está diseñada para realizar cargas de GNL en tanques tipo C (clasificación OMI) (tanques cilíndricos presurizados hasta 9-10 bar), aunque también pueden utilizarse para cargar tanques tipo B cuasi-atmosféricas con geometrías variables. En cualquier caso, los caudales de carga deben limitarse a la presión de diseño de los tanques y a las limitaciones que imponen a la manipulación del BOG
<b>Presupuesto:</b>	1.640.000€
<b>Conclusiones:</b>	El papel de la Terminal de GNL de Huelva es muy importante en el desarrollo de la cadena logística óptima de todo su clúster, ya que está basada en la recarga de los buques de small scale en la terminal de GNL en Huelva para posteriormente realizar sus operaciones de bunkering en el entorno del Estrecho de Gibraltar, el coste medio logístico estaría alrededor de 2,2€/MWh.



## 12. Construcción sistema multitruck to ship (MTTS) en el entorno del Puerto de Huelva

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b> <b>Descarbonización</b> <b>Contribución a los objetivos Directiva 2014/94</b>
<b>Descripción:</b>	<p>El sistema MTTS es un elemento de ingeniería cuyo objetivo es ser un colector común para que pueda suministrarse GNL con un mayor caudal al buque, este sistema puede utilizar bombas propias que pueden aumentar el caudal más allá del habitual en las cisternas actuales (40-50m<sup>3</sup>/h aprox), este sistema tendrá también con bombas desde cisterna o común equipamiento en (skid) que además facilitará la inertización previa y posterior a la operación de bunkering. De esta forma, el sistema MTTS con sus propias bombas Con el objetivo de facilitar la operación de llenado de tanques de combustible de GNL en buques de hasta 500 m<sup>3</sup> desde camiones cisterna pudiendo aumentar el caudal de descarga de las mismas mediante la utilización de este sistema intermedio. Dentro de este sistema, el llenado del tanque de combustible del buque puede realizarse con hasta tres camiones cisterna al mismo tiempo. Además, el sistema podría realizar la despresurización de un cuarto camión al mismo tiempo.</p>
<b>Presupuesto:</b>	375.750€
<b>Conclusiones:</b>	<p>Con este sistema podrá ofrecerse un servicio de MTTS en el Puerto de Huelva y sus alrededores para optimizar los tiempos de las operaciones de bunkering de GNL durante la estancia de los buques en puerto.</p>

### 13. Transformación de una locomotora de mercancías a GNL

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b> <b>Descarbonización</b>
<b>Descripción:</b>	<p>El proyecto sustituye los actuales medios de tracción ferroviaria diésel, que se utilizan en el tráfico ferroviario de mercancías existente entre las dos plataformas ferroviarias intermodales (puerto seco de Majarabique en Sevilla y puerto marítimo de Huelva), separadas por 110 km de vía. En la actualidad, este tráfico ferroviario consta de 2 servicios semanales de ida y vuelta, con la intención de incorporar un tercero en breve tras la entrada en funcionamiento de la locomotora de GNL reaptada.</p> <p>Esta actividad parte de un estudio de viabilidad desarrollado en el proyecto CORE LNGas hive para una locomotora de tracción para maniobras en puertos. Como resultado de los trabajos descritos, la Autoridad Portuaria de Huelva y RENFE podrán ofrecer servicios ferroviarios más sostenibles, reduciendo la huella de carbono de las mercancías en este corredor.</p> <p>Las tareas a desarrollar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retrofitting de la locomotora a GNL, incluyendo la transformación del motor de la locomotora a GNL, de 3.000, CV instalación de los depósitos de GNL, integración ferroviaria, y todo lo relacionado con el análisis de riesgos asociado.</li> <li>• Pruebas en vía para autorización en explotación comercial por la Agencia Española Seguridad Ferroviaria (AESF).</li> </ul>
<b>Presupuesto:</b>	1.780.000€
<b>Conclusiones:</b>	Con la culminación de esta actividad, entrará en servicio comercial esta locomotora de mercancías, realizando la ruta Huelva- Majarabique y desarrollando el corredor verde además de potenciar la multimodalidad entre ambos puertos.

## 14. Construcción gasinera en el Puerto de Majarabique

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda Descarbonización</b>
<b>Descripción:</b>	Construcción de una estación de GNL en el puerto seco de Sevilla para dar servicio de suministro de GNL a la nueva locomotora de línea alimentada con GNL que opera en un corredor verde de mercancías entre Sevilla y Huelva y a los camiones transportados con GNL. Además, esta instalación automática de GNL dispondrá de un depósito de GNL, aproximadamente de 20m <sup>3</sup> , esta instalación tendrá además un compresor que permitirá comprimir el gas natural hasta los 200 bar que, mediante un surtidor específico de GNC, podrá abastecer a vehículos ligeros, por otro lado, el GNL se suministrará por otro surtidor que esté abastecerá por un lado a vehículos pesados de carretera y mediante otro sistema de mangueras permitirá poder abastecer a la locomotora de GNL.
<b>Presupuesto:</b>	1.197.000€
<b>Conclusiones:</b>	Esta gasinera será la responsable de alimentar a la locomotora de GNL que realizará el trayecto Majarabique-Huelva del corredor verde. Además del servicio a la locomotora, también dará servicio a vehículos pesados al estar en una zona logística, esta gasinera aprovechará las sinergias de la multimodalidad.

## 15. Adaptación de la Terminal de GNL de Sagunto para dar servicios de small scale y bunkering

<b>Impacto:</b>	<p><b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b></p> <p><b>Descarbonización</b></p> <p><b>Contribución a los objetivos Directiva 2014/94</b></p>
<b>Descripción:</b>	<p>Las obras necesarias para la adaptación de la planta de regasificación de SAGGAS para el bunkering de GNL/servicios a pequeña escala se determinaron como resultado de los estudios previos realizados en el proyecto CORE LNGas hive, que incluyeron estudios de viabilidad financiera y técnica de la adaptación de las instalaciones de SAGGAS y el proyecto de ingeniería de los sistemas de GNL.</p> <p>La terminal ha desarrollado los siguientes estudios destinados a evaluar la viabilidad de desarrollar este nuevo negocio basado en el bunkering de GNL y el mercado de GNL a pequeña escala:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Buque amarrado</li> <li>• Estudio de compatibilidad geométrica para buques de GNL de pequeña escala</li> <li>• Diseño conceptual de nuevas instalaciones de carga de GNL</li> <li>• Estudio de compatibilidad geométrica para las operaciones de bunkering de GNL</li> </ul>
<b>Presupuesto:</b>	996.000€
<b>Conclusiones:</b>	<p>Con la ejecución de esta adaptación prevista su finalización a principios de 2022, la terminal podrá ofrecer servicios de small scale y bunkering.</p> <p>Además, el clúster de Sagunto es bastante similar al de Barcelona por las siguientes razones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una concentración de demanda aproximada del 85% en el puerto de Valencia</li> <li>• Alrededor del 85% de su demanda total proviene del puerto de Valencia.</li> <li>• Terminal de GNL situada a menos de 15 mn del puerto de mayor demanda.</li> </ul> <p>Atendiendo a la curva de precio vs demanda, este clúster muestra una alta variabilidad de costes durante los primeros 10 años de operación, debido a la baja demanda esperada durante estos primeros años. Se estima que el umbral mínimo de demanda esperada necesario para que el suministro de GNL sea competitivo, en comparación con el suministro de TTS y otros tipos de combustible, es de unos 150.000 m3. Los volúmenes por encima de este umbral reducen considerablemente los costes, que oscilan entre 5 €/MWh y 2,5 €/MWh.</p>



## 16. Construcción de un buque bunkering de 5.000 m3 para operar en el Puerto de Barcelona

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b> <b>Descarbonización</b> <b>Contribución a los objetivos Directiva 2014/94</b>
<b>Descripción:</b>	<p>Este proyecto tiene como objetivo desarrollar la parte final de la cadena de suministro de GNL, mediante la construcción de un buque de suministro para operar en el entorno del puerto de Barcelona, en este proyecto se desarrollarán los procedimientos operativos del buque (STS y PTS), formación del personal portuario involucrado en las operaciones y realización de medición de emisiones en las operaciones de suministro.</p> <p>La nueva barcaza de búnker de GNL se dirigirá al creciente segmento de mercado de los grandes buques alimentados con GNL que hacen escala en el puerto de Barcelona. La expansión de la flota de grandes buques alimentados con GNL acelerará la demanda de GNL como combustible. El puerto de Barcelona pretende convertirse en un destino de primer orden para la próxima generación de cruceros, portacontenedores y transbordadores propulsados por GNL. Las posibles compañías navieras que operan en el puerto de Barcelona tienen pedidos de buques propulsados por GNL. La última incorporación de Carnival Cruise Lines fue el crucero AIDANova, siendo el primer crucero del mundo en abastecerse de GNL en el puerto de Barcelona. MSC Cruises, Disney Cruise Line, Royal Caribbean y TUI han encargado varios buques con GNL para sus propias flotas, que se entregarán en torno a 2025.</p>
<b>Presupuesto:</b>	45.788.500€
<b>Conclusiones:</b>	<p>Con la entrada de este buque en el clúster de Barcelona la alternativa de suministro no requiere apenas discusión ya que además de contar con toda la demanda y la capacidad de almacenamiento en el mismo puerto, la terminal de GNL cuenta con un atraque especialmente dedicado a la operativa de estos buques, por lo que el único criterio para la selección de los medios es el criterio de menor coste unitario, en este caso cumplido a lo largo de todo el periodo por las simulaciones englobadas en "M1". En relación con el nivel de servicio y el uso de la infraestructura del sistema gasista, ni emplear un buque de mayor capacidad elevaría considerablemente el nivel de servicio en el puerto de Barcelona, ni tampoco la alternativa seleccionada parece que pudiera saturar la terminal dedicada a buques small scale de la terminal de Barcelona al registrarse como máximo 125 recargas esta solución permitirá tener un buque operando de 5.000m<sup>3</sup> regularmente en el Puerto de Barcelona para realizar las operaciones STS necesarias. El coste medio esperado para 2030 es de 5€/MWh</p>



## 17. Construcción de un buque bunkering de 12.500 m3

<b>Impacto:</b>	<p><b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b>  <b>Descarbonización</b>  <b>Contribución a los objetivos Directiva 2014/94</b></p>
<b>Descripción:</b>	<p>Este proyecto tiene como objetivo construir un buque de suministro para operar en el entorno del puerto de Algeciras. Este buque irá a recargar a la planta de Huelva y posteriormente volverá a la zona del Estrecho de Gibraltar para realizar dos operaciones concretas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación de suministro directamente a buques consumidores, bunkering STS</li> <li>• Operación de recarga a otros buques de suministro.</li> </ul> <p>De esta forma, este buque podrá realizar las dos operaciones, permitiendo desarrollar una cadena logística más eficiente en el entorno del puerto de Algeciras. En este proyecto se desarrollarán los procedimientos operativos del buque (STS y PTS), formación del personal portuario involucrado en las operaciones y realización de medición de emisiones en las operaciones de suministro.</p> <p>En concreto este proyecto tiene como objetivo construir un buque de suministro de GNL flexible de 12.500 m3 de capacidad con alta flexibilidad, maniobrabilidad y eficiencia de combustible para abastecer de combustible a los grandes buques alimentados con GNL en el mar y en puerto en el Estrecho de Gibraltar.</p> <p>Este buque reflejará la eficiente cadena de suministro de bunkering y es el resultado de extensas interacciones con los clientes que identificaron la necesidad de soluciones de bunkering de GNL más flexibles y económicas que los buques de bunkering en uso actualmente. Además de realizar operaciones de bunkering de mayor tamaño, el nuevo buque también servirá de buque nodriza para llenar pequeñas barcas de bunkering, lo que permitirá una mayor utilización de todos los activos.</p>
<b>Presupuesto:</b>	56.464.000€
<b>Conclusiones:</b>	<p>Esta solución permite virtualizar la Terminal de GNL del Puerto de Huelva, permitiendo ampliar las soluciones del clúster de Huelva. Con esta capacidad, el buque podrá abastecer a otros buques de bunkering de GNL y también dar suministro de GNL a buques con gran demanda, como son el caso de los portacontenedores con tanques de hasta 15.000 m3.</p> <p>En 2030 la alternativa en la que se plantea introducir un buque nodriza (12.500m3) resulta la de menor coste (5,3€/MWh), y si la demanda se desarrollase acorde a las estimaciones, esta alternativa podría servir como transición hacia un modelo con almacenamiento en Algeciras y empezar a reducir el nivel de ocupación en las terminales de carga y descarga de la terminal de GNL de Huelva. Además, podría ser la solución más competitiva ya en 2025 si se encontrase una actividad adicional y el buque nodriza pudiera considerarse no dedicado.</p>

## LNGHIVE2 VESSELS DEMAND

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda Descarbonización</b>
<b>Descripción:</b>	Este proyecto coordinado por Balearia impulsará la flota española de gas natural licuado (GNL) mediante la adaptación de 5 buques ROPAX de la naviera Balearia (Abel Matutes, Nápoles, Sicilia, Bahama Mama y Martín i Soler). Su objetivo es crear la base del mercado para el despliegue de los servicios de abastecimiento de combustible mediante el consumo de gas natural licuado (GNL) y permitir el uso de GNL en tierra y a bordo para el transporte marítimo y las operaciones portuarias.
<b>Presupuesto:</b>	58.987.122€
<b>Conclusiones:</b>	<i>Para más información del proyecto pinche <a href="#">aquí</a></i>



## LNGHIVE2 Santander

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b> <b>Descarbonización</b> <b>Contribución a los objetivos Directiva 2014/94</b>
<b>Descripción:</b>	<p>Este proyecto aprobado en la convocatoria CEF 2019, se lleva a cabo en el Puerto de Santander situado en la Red RTE-T Integral. Su objetivo es construir una terminal de suministro de GNL y la infraestructura necesaria para permitir el atraque de los buques de GNL.</p> <p>La Acción realizará los estudios para obtener los permisos para la construcción de la terminal. Se construirá un nuevo muelle, incluyendo una rampa Ro-Ro. Para la terminal de GNL se prevé realizar los estudios de ingeniería, las obras civiles, la instalación de equipos y la puesta en marcha. También está planificada una formación del personal del puerto. Los principales beneficios serán en términos de sostenibilidad del transporte marítimo y de seguridad del suministro en el entorno de la ciudad y puerto de Santander.</p>
<b>Presupuesto:</b>	31.577.035€
<b>Conclusiones:</b>	<i>Para más información del proyecto pinche aquí</i>



**LNGHIVE2 vessels demand: Completing green links (Balearia)**

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda Descarbonización</b>
<b>Descripción:</b>	Continuación del proceso de transformación de la flota de Balearia (1 buque Ro-pax, el Hedy Lamarr) a GNL para contribuir a la descarbonización del transporte marítimo y a la mejora de la calidad del aire en las ciudades portuarias.
<b>Presupuesto:</b>	12.672.750€
<b>Conclusiones:</b>	<i>Para más información del proyecto pinche aquí</i>



## C) Estudios Base

### a) Guía seguridad para las Autoridades Portuarias

<p><b>Impacto:</b></p>	<p><b>Descarbonización</b>  <b>Contribución a la adaptación al marco regulatorio y normativo</b>  <b>Desarrollos en el ámbito de la seguridad de las operaciones de suministro</b></p>
<p><b>Descripción:</b></p>	<p>El objetivo de esta actividad, coordinada por Puertos del Estado y la Dirección General de la Marina Mercante, ha sido el desarrollo de una guía de aspectos de seguridad sobre el suministro de GNL como combustible. Este documento es un compendio de la normativa desarrollada y guidelines publicadas de los procedimientos y equipos para el suministro de GNL desde los diferentes tipos truck to ship, ship to ship o pipe to ship. Esta guía contempla el punto de vista a nivel de recomendación para los diferentes aspectos a tener en cuenta por la Autoridad Portuaria (almacenamiento local, manipulación, transporte y actividades de abastecimiento de combustible) en materia de autorización y permisos para las operaciones de bunkering de GNL.</p>
<p><b>Presupuesto:</b></p>	<p>300.000€</p>
<p><b>Conclusiones:</b></p>	<p>Fruto de este trabajo en colaboración público-privada se han desarrollado dos documentos síntesis de consulta alineado con la guía EMSA y con los estándares publicados, para los agentes del sector. En el documento se incluyen los contenidos para el conocimiento de las operaciones de suministro en el ámbito de la seguridad, de las especificaciones de los equipamientos portuarios y de los procedimientos operativos.</p> <p>Documentación disponible en los siguientes links:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guía EMSA</li> <li>• Libro I Common Guidelines</li> <li>• Libro II Common Guidelines</li> </ul>

## b) Vetting Operaciones small scale desde Planta de Regasificación

<b>Impacto:</b>	<p><b>Descarbonización</b></p> <p><b>Contribución a la adaptación al marco regulatorio y normativo</b></p> <p><b>Desarrollos en el ámbito de la seguridad de las operaciones de suministro</b></p>
<b>Descripción:</b>	<p>Siguiendo la actual regulación del sistema gasista español, todos los buques metaneros que realicen operaciones de descarga/carga en las instalaciones de regasificación deberán haber superado satisfactoriamente los procedimientos de inspección ("vetting") exigidos por una compañía de reconocido prestigio a nivel internacional. El objetivo del proyecto es el desarrollo de los criterios aplicables a operaciones small scale y a todas las tipologías de buques que puedan venir a cargar/recibir suministro (bunkering) en las terminales de regasificación.</p>
<b>Presupuesto:</b>	<p>No Aplica</p>
<b>Conclusiones:</b>	<p>En función del tipo de barcos se han establecido tres grupos y a que se considera que no con lleva el mismo riesgo buques que transportan GNL (Barcazas GNL), buques que transportan productos químicos (Tankers) pero avalados por OCIMF y el resto de los buques, que transportan otras mercancías o pasajeros.</p> <p>Tras un detallado análisis, se han establecido los siguientes criterios a aplicar en el procedimiento de vetting small scale:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estado de clase y acreditación de la sociedad de clasificación que deberá ser miembro IAC.</li> <li>• Inspecciones de buques (Inspecciones SIRE, de bandera y portuarias)</li> <li>• Normativa Seguridad marítima (cumplimiento de los Códigos STWC y Código IGF)</li> <li>• Matriz de tripulación (1mes antigüedad) y experiencia en navegación (3años) y en la empresa (2).</li> <li>• P&amp;I club de reconocido prestigio</li> <li>• Edad máxima buque (20años) y calificaciones por caducidad (CAP)</li> </ul>

### c) Demanda

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda Descarbonización</b>
<b>Descripción:</b>	Estos estudios transversales tenían como objetivo realizar análisis para permitir el desarrollo de inversiones tanto de suministro como de demanda de GNL como combustible marino, se han realizado estudios de demanda de GNL para la Península Ibérica, identificando los diferentes corredores (Atlántico, Mediterráneo e Islas y el Estrecho de Gibraltar). Estudio de demanda realizado por la consulta DNVGL en 2016. a. Estudio de demanda de GNL del período 2020 a 2050 por puerto. b. Revisión/actualización de la demanda en 2019 (caracterización de la flota y asignación a los puertos actuales de bunkering) realizada por SBC.
<b>Presupuesto:</b>	1.800.000€ este presupuesto incluye los trabajos desarrollados de demanda y cadenas logísticas
<b>Conclusiones:</b>	Documentación disponible Estudios de 2016 – DNVGL, <i>más info en los siguientes links:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de demanda - bottom up</li> <li>• Estudio de demanda – consolidation top down bottom up</li> <li>• Estudio de demanda - Top down Analysis</li> <li>• Estudios de 2020 – SBC (roll-out)</li> <li>• Tabla de demanda actualizada en 2020</li> </ul>



## d) Caracterización de soluciones de bunkering de GNL

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda Descarbonización</b>
<b>Descripción:</b>	<p>Este paquete de trabajo (WP1) se centra en los componentes de coste de todos los elementos potenciales de la cadena de suministro de GNL. El resultado de esta actividad alimentó el posterior estudio de cadenas logísticas optimizadas. Este trabajo se dividió en las siguientes tareas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En primer lugar, una revisión exhaustiva de las posibles soluciones basada en la literatura existente y en estudios previos a nivel internacional.</li> <li>• Segundo: Se estudiaron en detalle aquellas soluciones consideradas listas para el mercado, contando con el apoyo normativo adecuado, obteniendo los componentes de costes fijos y variables.</li> </ul>
<b>Presupuesto:</b>	1.800.000€ este presupuesto incluye los trabajos desarrollados de demanda y cadenas logísticas
<b>Conclusiones:</b>	<p>Documentación disponible en el siguiente link:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• WP1 LNG BUNKERING SOLUTIONS CHARACTERIZATION 2017</li> </ul>

## e) Cadenas logísticas

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b> <b>Descarbonización</b>
<b>Descripción:</b>	En esta fase de los estudios transversales una vez realizada antes los estudios de demanda de GNL como combustible en la península ibérica se han realizado los estudios de las cadenas logísticas para satisfacer la demanda de GNL estudiada previamente y desarrollo de un simulador de cadenas logísticas Simlog® para calcular los costes logísticos en función de una demanda dada.
<b>Presupuesto:</b>	1.800.000€ este presupuesto incluye los trabajos desarrollados de demanda y cadenas logísticas
<b>Conclusiones:</b>	Documentación disponible en el siguiente link: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento WP2-3 cadenas logísticas óptimas 2018</li> </ul>



## f) Estudio requisitos de formación avanzada en GNL y el programa de formación profesional

<b>Impacto:</b>	<b>Descarbonización</b> <b>Contribución a la adaptación al marco regulatorio y normativo</b> <b>Desarrollos en el ámbito de la seguridad de las operaciones de suministro</b>
<b>Descripción:</b>	<p>El objetivo ha sido realizar un análisis sobre las diferentes cuestiones relacionadas con los requisitos de formación, identificando los requisitos del personal involucrado en las operaciones.</p> <p>Este trabajo realizado por la Universidad Politécnica de Madrid, ha concluido con los siguientes trabajos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento de requisitos de formación y niveles de formación para el personal involucrado en las operaciones.</li> <li>• Análisis del proceso de acreditación y homologación, se desarrollaron con el Ministerio de Educación – Incul las cualificaciones mínimas necesarias para el personal involucrado en las operaciones de suministro de GNL mediante camión cisterna y desde planta fija.</li> </ul>
<b>Presupuesto:</b>	300.000€
<b>Conclusiones:</b>	Documentación disponible en el siguiente link: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entregable ET6</li> </ul>

## g) Propuesta de despliegue de inversiones 2030-2050

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b> <b>Descarbonización</b>
<b>Descripción:</b>	<p>El objetivo principal de esta actividad, basándose en los estudios y pilotos del proyecto CORE LNGas hive, es establecer un plan de despliegue y estimar las inversiones, tanto del lado de la oferta (adaptación de la cadena de suministro) como de la demanda (buques) que serán necesarias en un horizonte de corto, medio y largo plazo (2020-2025-2030-2050) para cumplir de forma coordinada y coherente con los objetivos del Marco Nacional de Actuación.</p> <p>El resultado será una contribución clave para la definición del proyecto global de despliegue del mercado de suministro de GNL en España (LNGHive2), proporcionando un plan de inversiones indicativo para el horizonte (2020-2025-2030-2050).</p>
<b>Presupuesto:</b>	100.000€
<b>Conclusiones:</b>	<p>Conclusiones:</p> <p>Una vez desarrollados los proyectos, se inicia la fase de monitoring, mediante el roll-out se han estudiado la evolución de la península Ibérica en materia del GNL como combustible. Este estudio ha permitido:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar la evolución de la demanda desde el 2014 hasta el 2020</li> <li>• Revisar las cadenas logísticas y su optimización en base a las decisiones de mercado</li> <li>• Desarrollo de un plan de inversiones a futuro para la descarbonización del transporte marítimo, este plan estudia el impacto económico del desarrollo del GNL como combustible marino, asegurando el suministro y la demanda acorde con la Directiva Europea de Infraestructura de Combustibles Alternativos. Para el correcto desarrollo de este plan debe apoyarse principalmente en la iniciativa privada, pero con el apoyo de las entidades públicas implicadas.</li> </ul> <p>De este plan de inversiones se destaca lo siguiente a modo resumen. Para más detalle ver la documentación disponible.</p> <p>Documentación disponible <i>en los siguientes links:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resumen despliegue de inversiones</li> <li>• Despliegue de Inversiones</li> </ul>

## h) Impact Assessment en los corredores Atlántico y Mediterráneo

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda Descarbonización</b>
<b>Descripción:</b>	Estos documentos evalúan el impacto en el valor añadido de la UE de los resultados del desarrollo del proyecto CORE LNGas hive, en particular a través de las contribuciones a las necesidades y objetivos de la política de la UE en términos de infraestructura de combustibles limpios para el sector del transporte y el desarrollo de la RTE-T.
<b>Presupuesto:</b>	200.000€

## i) Estrategia de apoyo al GNL como combustible marino LNGhive2

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda Descarbonización Contribución a los objetivos Directiva 2014/94</b>
<b>Descripción:</b>	Este posicionamiento estratégico consensuado permitirá objetivar el futuro desarrollo normativo de los combustibles alternativos y orientar al sector del gas en la movilidad hacia una senda de descarbonización obligada.
<b>Presupuesto:</b>	Desarrollada en la actividad de roll-out 100.000€ que incluye, la estrategia de apoyo al GNL como combustible marino LNGhive2 y la propuesta de despliegue de inversiones 2030-2050.
<b>Conclusiones:</b>	Destacan dos propuestas clave de la estrategia LNGhive2 que se desarrollan en el documento: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La estrategia plantea impulsar la adopción de los gases renovables -tanto biometano, como hidrógeno- en el transporte marítimo apoyando el despliegue de infraestructuras, buques consumidores e industria de servicios GNL en España</li> <li>2. La estrategia se apoya en la fortaleza del sistema gasista español con una amplia infraestructura de almacenamiento de GNL y una regulación avanzada que incorpora el tanque y la licuefacción virtual, ambas a primer nivel mundial. Link.</li> </ol>

## j) Observatorio

<b>Impacto:</b>	<b>Impulso del mercado de oferta y demanda</b> <b>Descarbonización</b> <b>Contribución a los objetivos Directiva 2014/94</b>
<b>Descripción:</b>	Esta actividad tiene como fin la monitorización de la demanda y suministro, mediante la implementación de un observatorio de los combustibles alternativos en el transporte marítimo, para el seguimiento de su evolución con la participación e involucración de todo el sector.
<b>Presupuesto:</b>	120.000€
<b>Conclusiones:</b>	Para ello se ha creado un sitio web donde se haga una recopilación de información por y para el transporte marítimo para alcanzar su descarbonización. Documentos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Link a la web del Observatorio</li> </ul>

## 07. Aportaciones genéricas que el proyecto ha resuelto

La experiencia de este proyecto ha permitido eliminar las barreas identificadas para el desarrollo del GNL como combustible marino. En concreto desde los siguientes puntos:

- **Nivel normativo**, gracias a la **colaboración público-privada**, se ha permitido implementar la directiva 2014/94 que exigía disponer de suministro de GNL como combustible en los puertos españoles de la red Core. Por ello este proyecto, ha servido como ejemplo de una colaboración entre la administración pública y la empresa privada para el desarrollo de estos puntos de suministro, permitiendo a España estar posicionada a nivel internacional en el mercado del bunker de GNL. En concreto, derivado de este ámbito se destacan las siguientes actividades:
  - ◇ **Temas formativos**: se ha realizado un análisis sobre las diferentes cuestiones relacionadas con los requisitos de formación, identificando los requisitos del personal involucrado en las operaciones, concluyendo con el análisis del proceso de acreditación y homologación, se desarrollaron con el Ministerio de Educación – Incual, Para más información ver “Estudio requisitos de formación avanzada en GNL y el programa de formación profesional”.
  - ◇ **Guía seguridad para autoridades portuarias**: el objetivo de esta actividad, coordinada por Puertos del Estado y la Dirección General de la Marina Mercante, ha sido el desarrollo de una guía de aspectos de seguridad sobre el suministro de GNL como combustible. Este documento es un compendio de la normativa desarrollada y guías publicadas de los procedimientos y equipos para el suministro de GNL desde los diferentes tipos truck to ship, ship to ship o pipe to ship. Para más información ver “Guía seguridad para las Autoridades Portuarias”.
- **Nivel de mercado**, este proyecto mediante la innovación ha permitido probar diferentes soluciones para los proyectos de oferta y demanda, de cara a una extrapolación de este proyecto para el desarrollo del bunkering de GNL y también de buques propulsados con este combustible, fruto de este proyecto ha sido la estrategia LNGhive2 con proyectos de oferta y demanda de GNL, cuya inversión asciende a un valor de 242M€ en un período temporal hasta 2023.

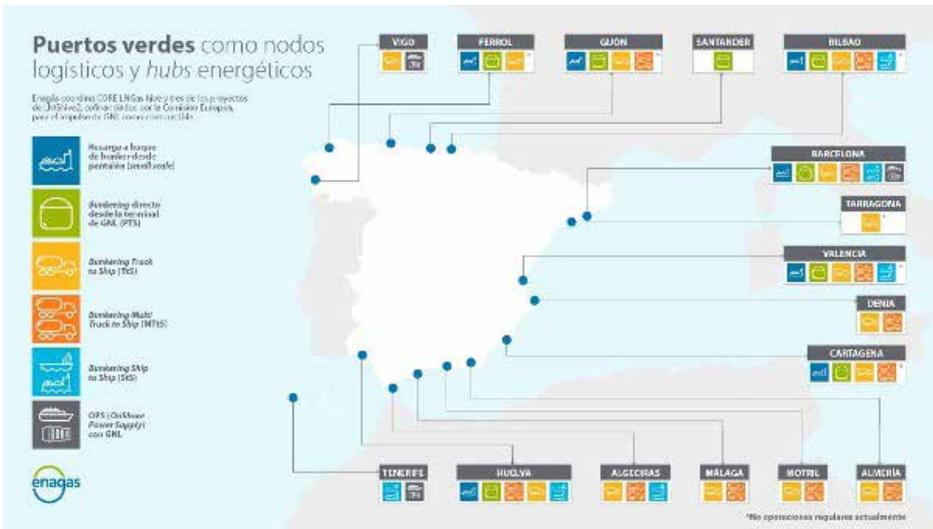
### ◇ **Estudios relacionados:**

- Demanda, se han realizado estudios de demanda del potencial del GNL como combustible en la península Ibérica.
- Cadenas logísticas, con el estudio de demanda realizado, se organizaron los puertos de la península ibérica en base a las terminales de GNL existente de cara a optimizar sus cadenas logísticas.

### ◇ **Proyectos**

- Onshore Power Supply móvil, una solución innovadora para que los buques puedan hacer cold-ironing durante su estancia en puerto.
- Buques de suministro
  - » Fase Innovación y desarrollo inicial: se realizó la transformación de un buque existente Oizmendi, y también se diseñó un buque de nueva construcción (Bunker Breeze) LNG ready.
  - » Fase roll-out: como parte del desarrollo del proyecto innovación y a través de su roll-out, se están llevando a cabo la construcción de dos buques de suministro para el puerto de Barcelona y Algeciras.
- Adaptación terminales de GNL para suministro de servicios de small scale y bunkering
  - » Fase innovación: se realizó la adaptación de las terminales de GNL de Bilbao, Barcelona, Cartagena y Ferrol para poder dar servicios de small scale y bunkering.
  - » Fase roll-out: como continuación a la parte de innovación y en una fase más desarrollada, se ha procedido a la adaptación de la terminal de Huelva y de Sagunto.
- Transformación straddle carrier, mediante la transformación de una grúa pórtico a GNL se ha demostrado su viabilidad y la capacidad para descarbonizar el entorno portuario.
- Transporte multimodal, se ha conseguido con éxito demostrar que es posible el transporte de un isocontenedor de GNL mediante ferrocarril, camión y barco.

- Construcción de un remolcador a GNL, proyecto de innovación en un segmento de buques que tiene mucho impacto en la calidad del aire en las ciudades portuarias.
- **Sociales**, con la ejecución de diferentes actividades se ha podido promocionar los beneficios del GNL como combustible tanto en entornos profesionales (Administraciones públicas, empresas...) como educativos (universidades y otros centros). Además, se han realizado 75 acciones o eventos en diferentes localizaciones de España para la promoción a nivel local del GNL incluyendo las actividades que se han realizado en dichas zonas concretas.



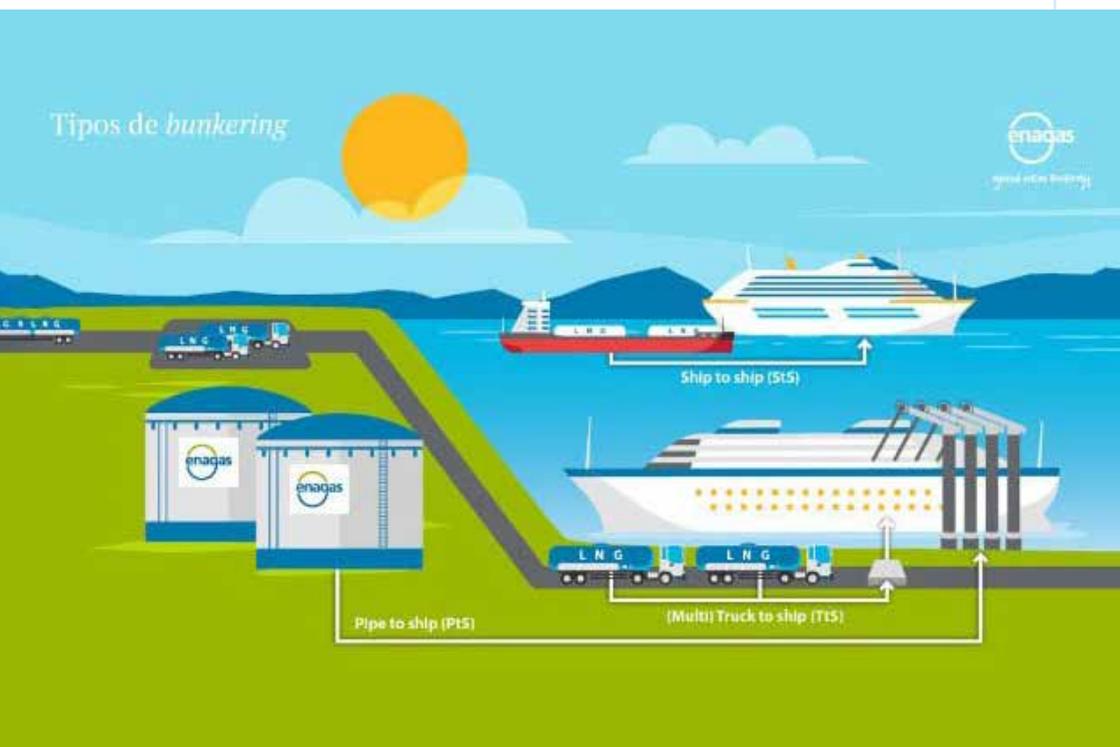
## 08. Impactos en el caso España

- Impacto y desarrollo del bunkering de GNL

España se ha posicionado estos años como referente en Europa en suministro de gas natural licuado (GNL) a buques.

El bunkering de GNL en España está ganando flexibilidad y eficiencia mediante operaciones multi truck to ship que ya se están realizando en los Puertos de Huelva y de Valencia. Estas operaciones se realizan con varios camiones cisterna a la vez, aumentando el caudal de transferencia y reduciendo así el tiempo de repostaje.

En cuanto al número de buques propulsados a GNL, en España operan once buques a GNL (ferries, cruceros, remolcadores y otros tipos).



En cuanto al volumen suministro de GNL desde el inicio del proyecto, puede observarse su evolución:

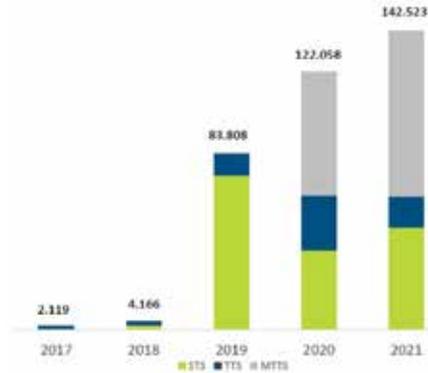


Ilustración 7 Evolución bunkering GNL en España (m3 de GNL). Fuente: GASNAM

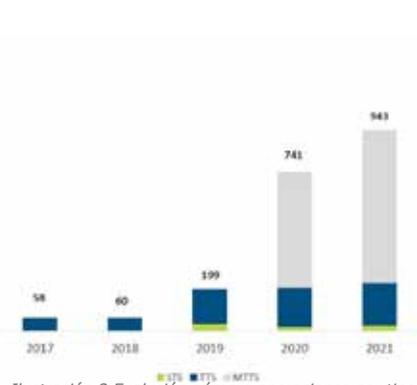


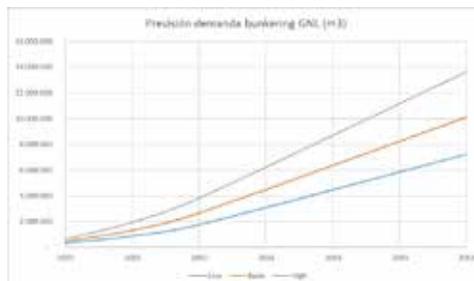
Ilustración 8 Evolución número operaciones por tipo de bunkering. Fuente: GASNAM

En 2021 y respecto a 2020, el número de operaciones de bunkering ha aumentado en un 27% (741 operaciones en 2020 y 943 operaciones en 2021), y el volumen suministrado ha aumentado en un 17% (122.058 m3 en 2020 y 142.523 m3 en 2021).

En 2021 los pedidos de buques propulsados por GNL se han disparado, incorporando 240 nuevos pedidos, cerrando el año con 400 buques de GNL bajo pedido.

En la actualidad hay 368 buques propulsados por GNL, de los cuales 247 están ya en operación (17 más que en el mes anterior) y 121 con LNG ready. En lo que va de año se han puesto en operación 58 buques propulsados por GNL, máximo número de buques fletados a GNL en un año en la última década.

Además, la previsión de demanda de bunkering de GNL realizada dentro del proyecto CORE LNGas hive, actualizada en 2020, se espera lo siguiente:

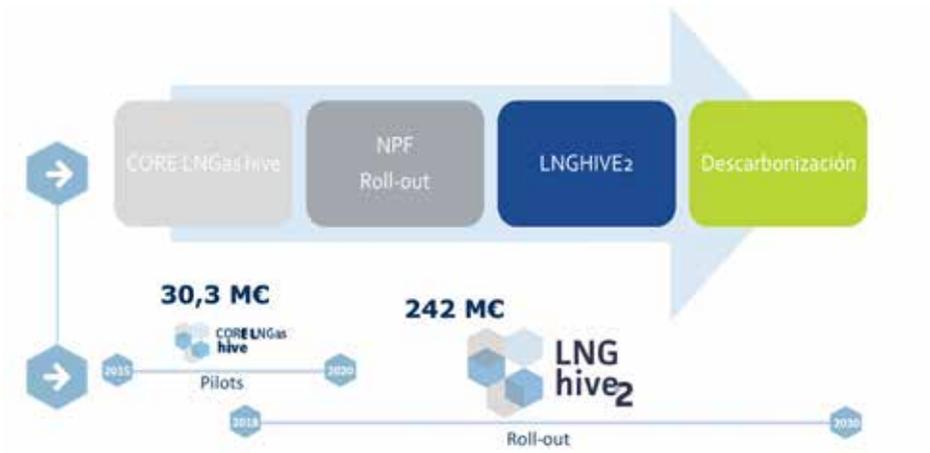




# PARTE III

## 09. El futuro de los puertos

El desarrollo del proyecto CORE LNGas hive como proyecto de innovación y su roll-out a través de la estrategia LNGhive2 está permitiendo sentar la base de la descarbonización del transporte marítimo y del entorno portuario en la Península Ibérica desde el 2015 y con horizonte temporal 2030.



Las cifras de inversión alcanzan los 242M€ entre proyectos de oferta y demanda de GNL como combustible marino.

En el marco del primer proyecto de innovación y en concreto dentro de la actividad de roll-out, se ha estudiado la evolución tanto de la oferta y de la demanda en horizonte temporal hasta 2050, obteniendo de este informe la infraestructura necesaria (optimizada) para poder garantizar el suministro de GNL y también la descarbonización del transporte marítimo en la Península Ibérica. A continuación, se muestra el resumen de la estimación de inversiones a realizar tanto en la oferta como en la demanda y en las infraestructuras del sistema gasista.

Requerimiento de inversiones para el desarrollo del GNL como combustible marino

Tipos de buque	2020	2025	2030	2050
Bulk carriers & Tankers	15M €	88M €	368M €	2.175M €
Container ships	0M €	103M €	277M €	1.421M €
General cargo & Other	3M €	20M €	61M €	341M €
Passenger ship	114M €	209M €	227M €	553M €
Ro-Pax	55M €	232M €	263M €	504M €
Ro-Ro	25M €	25M €	25M €	70M €
<b>Total</b>	<b>212M €</b>	<b>678M €</b>	<b>1.221M €</b>	<b>5.064M €</b>
Buques	72M €	132M €	144M €	453M €
Feeders	34M €	34M €	90M €	121M €
Terminales	29M €	97M €	97M €	172M €
<b>Total</b>	<b>135M €</b>	<b>263M €</b>	<b>331M €</b>	<b>746M €</b>
Terminal de carga SS	0M €	0M €	0M €	20M €
Cargaderos	3M €	3M €	3M €	3M €
<b>Total Inversiones</b>	<b>218M €</b>	<b>691M €</b>	<b>1.473M €</b>	<b>6.188M €</b>



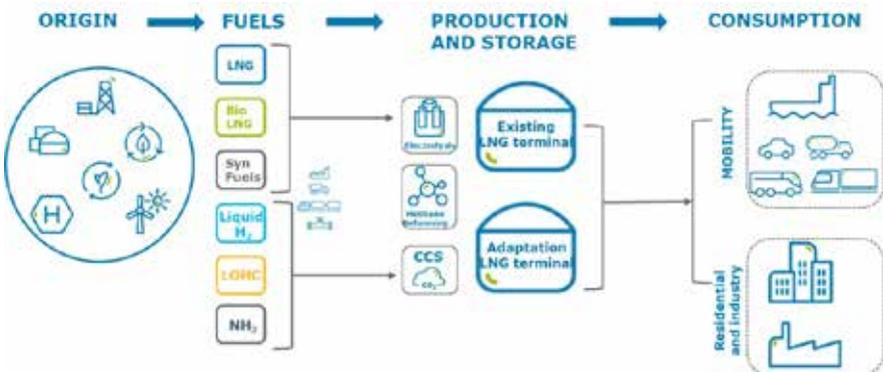
Este plan de inversiones resultante puede poner a los puertos españoles en primera línea del mercado de suministro de GNL a nivel mundial, siempre que la demanda responda para superar los umbrales críticos de actividad que garanticen costes de suministro competitivos. El análisis de costes externos evitados, respecto al caso base (combustible convencional) arroja datos interesantes. Según el plan actual, en 2030, las inversiones acumuladas en la oferta alcanzarían los 364M€, para servir a una flota que habría invertido 1.220M€ en la adopción de GNL, generando un ahorro de costes externos anual de 555M€, que podría alcanzar aproximadamente 800M€ si se adicionará un 20% de biometano. Esto supone un alto "retorno socio-ambiental" de las inversiones realizadas y de las potenciales ayudas otorgadas para impulsar este despliegue inferior a los tres años.

Teniendo en consideración lo reflejado anteriormente, la alternativa "GNL y gases renovables" resulta más adecuada y conveniente como alternativa de descarbonización en el corto y medio plazo por el elevado nivel de desarrollo actual de la tecnología y el mercado -más del 15% del tonelaje total en construcción se refiere a buques motorizados con GNL y se suministra en más de 100 puertos-, la flexibilidad que proporciona para modular los esfuerzos de descarbonización de la flota -permitiendo adicionar distintas proporciones de combustible renovable y realizar un esfuerzo gradual y

acompañado con la futura regulación a implantar.- y ser una plataforma efectiva para el desarrollo de la demanda de combustibles alternativos o neutros en carbono, como el hidrógeno (en mezcla), biometano o gas natural sintético de origen renovable, al proporcionar puntos de consumo sin requerirse inversiones adicionales en infraestructuras o sistemas de propulsión.

Además, la alternativa de los gases renovables en España se ve favorecida por las características del sistema gasista nacional, que facilita el suministro de gases renovables en unas condiciones muy competitivas respecto de otros países sin la requerida infraestructura de GNL o la extensa oferta de servicios logísticos del sistema gasista español.

Por lo tanto, como parte del esfuerzo nacional para cumplir con la directiva 2014/94, el acuerdo de París y el resto de los compromisos a nivel europeo -especialmente las iniciativas Green Deal y Fit for 55- y nacional, la estrategia LNGhive2 plantea impulsar la adopción de los gases renovables -tanto biometano, como hidrógeno- en el transporte marítimo apoyando el despliegue de infraestructuras, buques consumidores e industria de servicios GNL -capaces de consumir dichos gases renovables.



Como continuación a la estrategia LNGhive2 nace la iniciativa de descarbonización total, como parte del desarrollo del roll-out del primer proyecto CORE LNGas hive. Esta iniciativa tiene como objetivo la **descarbonización del entorno portuario mediante el impulso de los puertos como hubs energéticos** y principal palanca para aglutinar el transporte multimodal y comenzar la descarbonización de todos sus tipos (carretera, ferrocarril y marítimo). En la actualidad, el 40% de las mercancías "pesadas" se mueven en torno a los puertos, responsables de alrededor del

10% de las emisiones de España, por lo que iniciar la descarbonización del transporte centralizando los esfuerzos entorno a estos nodos logísticos es la mejor forma de optimizar los esfuerzos de los diferentes agentes implicados. En concreto esta iniciativa tiene como objetivos:

- **Acelerar el despliegue de combustibles bajos en carbono** en el sector marítimo-portuario en España
- **Promoción de los puertos como hubs energéticos y nodos logísticos multimodales**
- **Descontaminar y descarbonizar el transporte marítimo y el sector portuario** en el corto plazo y favorecer la integración de gases renovables en el mix energético en el medio y largo plazo, tanto en el sector naviero, como en el portuario.

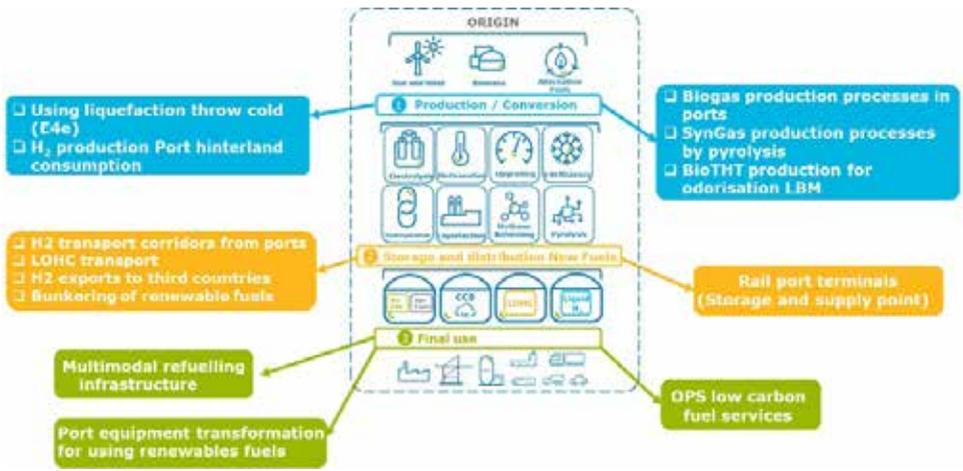


Ilustración 9 Desarrollo proyectos en toda la cadena desde el origen hasta el usuario final

- **Aumentar la competitividad del sector marítimo y portuario** reduciendo sus costes operativos, y disminuyendo el riesgo de obsolescencia de las inversiones, como consecuencia de las futuras regulaciones en materia de emisiones atmosféricas.
- **Promover el crecimiento industrial y social** de España con el desarrollo de servicios especializados de alto valor añadido dirigidos al sector en concreto:
  - a. Refinerías y otras instalaciones y plantas del sector energético en puertos españoles adaptadas para la producción de combustibles bajos en carbono como el bioGNL, metano sintético y el hidrógeno
  - b. Suministro de combustibles bajos en carbono para el transporte marítimo y aplicaciones portuarias
  - c. Introducción de combustibles bajos en carbono en puertos, puertos secos y corredores logísticos

Para ello se propone recopilar proyectos que aglutinen tanto la oferta como la demanda para la aceleración de la descarbonización en el sector marítimo-portuario a través de proyectos innovadores.

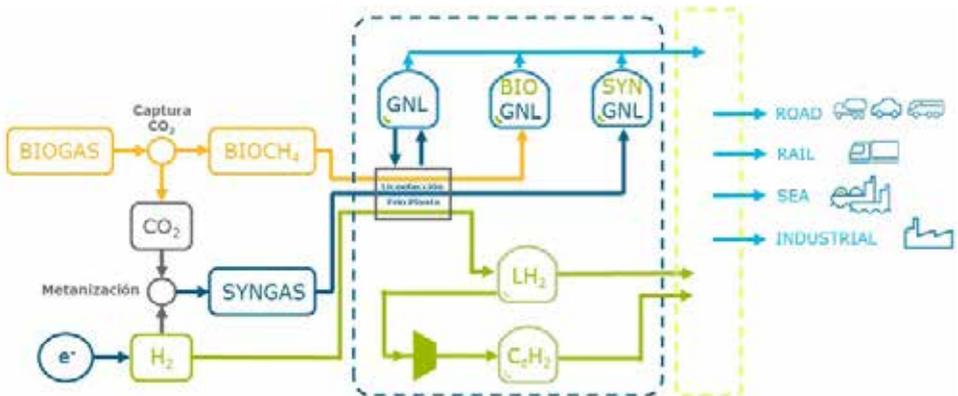


Ilustración 10 Adaptación plantas, cadena logística multimolécula







CORE LNGas  
hive



LNG  
hive<sub>2</sub>



Co-financed by the European Union  
Connecting Europe Facility



Puertos del Estado



ENERGIAREN  
EUSKAL ERAKUNDEA  
ENTE VASCO  
DE LA ENERGÍA

inega  
INSTITUTO  
ENERGÉTICO DE GALICIA

renfe | Mercancías



Puerto Bahía de Algeciras  
Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras

Port de Barcelona

Bilbao  
PORT

Puerto de Cartagena  
Autoridad Portuaria de Cartagena

Puerto de Ferrol

Puerto de Gijón

Puerto de Huelva  
Autoridad Portuaria de Huelva

Puerto de Melilla  
Autoridad Portuaria de Melilla

Puerto de Santander  
Autoridad Portuaria de Santander

Port de Tarragona

Autoridad Portuaria  
Santa Cruz de Tenerife

valenciaport  
Autoridad Portuaria de Valencia

Puerto de Vigo  
Autoridad Portuaria de Vigo



BOLUDA  
CORPORACIÓN MARITIMA



CEPSA

gruposuardiaz

FUNDACIÓN  
valenciaport

Naturgy

SIEMENS  
energy



Aplusplus  
IDIADA

ItsasGas  
BUNKER SUPPLY

molgas  
ENERGÍA

reganosa

COMPANIE DE BARRIOCOORDES  
IBAZABAL

REN

saggas

reaplace

HUTCHISON PORTS  
BEST

Lifting Global Trade  
APM TERMINALS

UTE Remolcadores de Barcelona - SAR

BALEARIA

adif

REPSOL

SCALE GAS  
Scaling LNG markets

ESK

Knutsen OAS  
Shipping