

Autoridad Portuaria de Vigo

Servicios de asesoramiento para el estudio de conexiones operativas y logística para el suministro de GNL a buques y artefactos flotantes

Entregable 2. Dimensionamiento y consideraciones logísticas

Índice

1	Antecedentes	3
2	Alcance.....	4
3	Consideraciones de diseño.....	4
	3.1 Normativa aplicable.....	5
	3.2 Instalaciones.....	5
	3.2.1 Terminal “small scale”	5
	3.2.2 Estación de servicio GNL/GNC	7
	3.3 Ubicación	9
	3.3.1 Terminal “small scale”	9
	3.3.2 Estación de servicio GNL/GNC	11
	3.4 Capacidad de almacenamiento de las instalaciones en base a la demanda	13
	3.4.1 Escenario realista	13
	3.4.2 Escenario pesimista	13
	3.4.3 Escenario optimista	13
	3.4.4 Tipificación de la demanda	14
	3.5 Dimensionamiento de las instalaciones.....	15
	3.5.1 Cumplimiento normativo.....	15
	3.5.2 Terminal “small scale”	15
	3.5.3 Estación de servicio GNL/GNC	18
	3.6 Implantación de las instalaciones	19
	3.6.1 Terminal “small scale”	19
	3.6.2 Estación de servicio GNL/GNC	21
4	Consideraciones logísticas	21
	4.1 Secuencia de incorporación de las infraestructuras	22
	4.2 Evolución de la calidad de los servicios.....	23
	4.2.1 Matrices de resultados.....	23
	4.3 Resumen de los escenarios.....	24
5	Consideraciones económicas.....	25
	5.1 Cisternas.....	25
	5.1.1 CAPEX	25
	5.1.2 Peajes.....	25



5.1.3	OPEX.....	26
5.2	Terminal “small scale”	26
5.2.1	CAPEX	26
5.2.2	OPEX.....	26
5.3	Estación de servicio GNL/GNC	27
5.3.1	CAPEX	27
5.3.2	OPEX.....	27
5.4	Barcaza contemplada en el proyecto SamuelLNG	27
5.4.1	CAPEX	27
5.4.2	OPEX.....	27
5.5	Buque de suministro de Reganosa.....	28
5.5.1	CAPEX	28
5.5.2	Peajes.....	28
5.5.3	OPEX.....	28
5.6	Costes por partidas	29
5.7	Coste final por metro cúbico de GNL trasvasado.....	29
6	Conclusión	31



1 Antecedentes

A la vista de los resultados obtenidos en el informe de evaluación de la demanda, es evidente que el GNL será esencialmente servido por mar. Las dos palancas de crecimiento serán:

- Los RoRos operando en la autopista del mar
- Los cruceros, al ritmo actual de conversión a GNL supera las previsiones más optimistas. Adicionalmente la Autoridad Portuaria de Vigo está apostando por captar este tipo de buque

Pero no se debe descuidar la demanda terrestre del Puerto de Vigo, que se centra en dos segmentos que se han identificado como los principales grupos potenciales de consumo de GNL, basándose en su alta probabilidad de transformación y sustitución de los combustibles actualmente utilizados por gas natural:

- Transporte de mercancías: Se ha considerado el transporte pesado (camiones) con origen y destino en las instalaciones portuarias con el objetivo de transportar la mercancía que entra y sale del Puerto de Vigo.
- Maquinaria portuaria: Se ha considerado la maquinaria existente en el puerto, fundamentalmente relacionada con el tráfico de contenedores y mercancía pesadas, y que actualmente utiliza gasoil como combustible.

La demanda total prevista se puede resumir en la siguiente gráfica, donde se recogen los datos de los tres escenarios analizados (realista, pesimista y optimista):

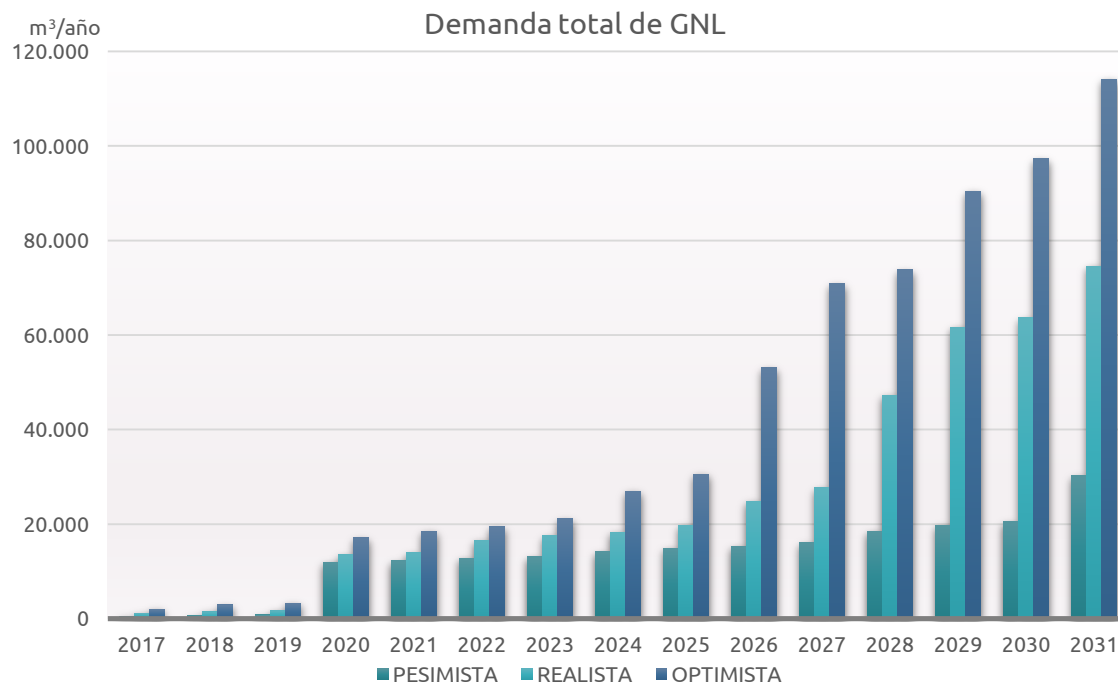


Gráfico 1. Demanda total.

En el marco del proyecto SamuelLNG y del proyecto CORE LNGas Hive, se prevé el desarrollo de una barcaza de aprovisionamiento de 600m³ de capacidad que operará en el Puerto de Vigo y del Buque de suministro de REGANOSA con una capacidad de 10.000m³, respectivamente.



2 Alcance

El objetivo del presente informe abarca la definición y dimensionamiento de las infraestructuras de almacenamiento y transferencia de GNL que se derivan de la potencial demanda que se ha indicado en el documento **Entregable 1. Evaluación de la demanda**, así como la cadena logística de suministro y los costes asociados a ésta.

El objetivo mencionado se abordará con unas consideraciones iniciales del diseño. Se comenzará con una breve descripción de los servicios y de las instalaciones necesarias para satisfacer la demanda.

Posteriormente se concretará la ubicación de las mismas, dimensionándolas a raíz de las conclusiones extraídas de los escenarios analizados en el Informe de Demanda.

Luego se definirá una cadena logística de suministro de GNL que partirá de la Terminal Regasificadora de Mugaridos y finalizará con el abastecimiento del producto al cliente final.

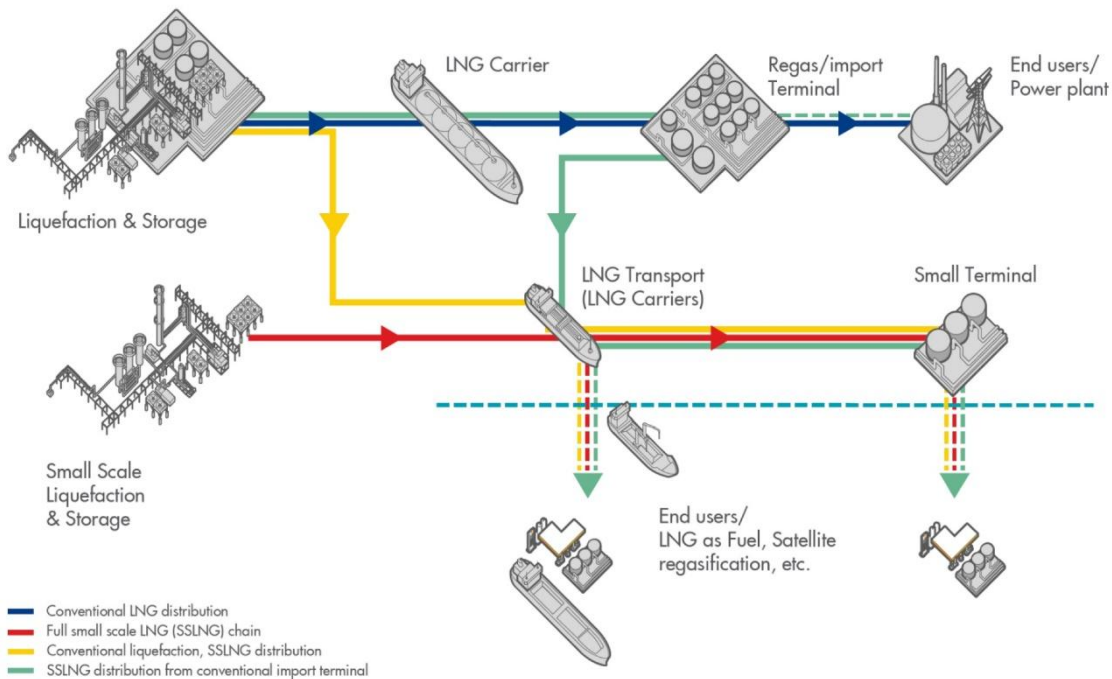


Figura 1. Esquema de distribución de GNL (www.shell.com)

Por último, en base a la información desarrollada previamente, se concluye con una tabulación económica de los diferentes escenarios logísticos evaluados.

3 Consideraciones de diseño

Partiendo de los resultados obtenidos en el análisis de demanda realizado en la primera fase del proyecto, se pretende asentar unas bases en cuanto al dimensionamiento de las infraestructuras para los tres escenarios analizados (realista; optimista; pesimista).

El conjunto de las instalaciones descritas y dimensionadas en este apartado constan de una terminal “small scale” así como una estación de servicio de GNL/GNC.

Habiendo identificado como principal foco de demanda el suministro de GNL como combustible al ámbito marítimo, surge la necesidad de contar con unas infraestructuras capaces de



garantizar su abastecimiento, lo que justifica dotar al Puerto de Vigo con una terminal “small scale”.

El otro foco de demanda analizado y considerado es el suministro de gas natural al consumidor terrestre lo que requiere de una instalación capaz de proporcionar este servicio a todas las tipologías de consumidor. Para este propósito, la instalación más adecuada es una estación de servicio terrestre capaz de suministrar tanto GNL como GNC.

3.1 Normativa aplicable

Se han considerado las siguientes normativas para realizar el dimensionamiento preliminar de las infraestructuras definidas en el presente informe:

- UNE 60210:2015 “Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)”
- UNE-EN 1473:1998 “Instalaciones y equipos para gas natural licuado. Diseño de las instalaciones terrestres”
- Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. (SEVESO III)
- ISO 20519 “Navíos y tecnología marina - Especificación para el abastecimiento de buques alimentados con gas natural licuado”

3.2 Instalaciones

El dimensionamiento de las instalaciones propuesto proporciona un diseño eficiente adaptado a la demanda prevista, cubriendo los tres tipos de escenarios de la demanda.

3.2.1 Terminal “small scale”

La terminal “small scale” consiste en un sistema de almacenamiento de GNL, dotado de los medios necesarios para la posterior distribución:

- Suministro de GNL a transportes marítimos y terrestres (operación de carga de cisternas y barcaza)
- Suministro de GNL directamente como combustible a transportes marítimos

Además, debido a las características del producto almacenado, se debe disponer de un sistema que permita gestionar de forma eficiente el Boil-Off Gas (BOG) generado.

3.2.1.1 Almacenamiento

En base a la tecnología más extendida y versátil para los sistemas de almacenamiento de este tipo de terminales, se instalarán depósitos cilíndricos. La disposición seleccionada será horizontal, ya que permite una mejor integración de la terminal con el entorno, evitando impactos visuales.

El abastecimiento de GNL se realizará por diferentes medios según se alcancen las fases descritas posteriormente en el presente documento. Inicialmente de modo terrestre (cisternas) y posteriormente de forma marítima (buque de suministro de Reganosa).

3.2.1.2 Gestión del BOG

La generación de Boil-Off Gas (BOG) y el consecuente incremento de presión en el depósito se deben gestionar de una manera correcta. Los orígenes de este BOG presentes en la terminal son:

- Evaporación de las fracciones ligeras que componen el GNL en el depósito de almacenamiento
- BOG generado en las transferencias de GNL



Las opciones consideradas para obtener una gestión eficiente del BOG son:

- Compresión de BOG para almacenamiento en botellas de GNC del existir el servicio en las inmediaciones
- Recondensación del BOG mediante un sistema de nitrógeno líquido similar al empleado en la terminal “small scale”
- Envío de BOG a la red de distribución local presente en las inmediaciones, con los consecuentes obstáculos a nivel de infraestructuras y a nivel regulatorio.

3.2.1.3 Equipos de bombeo

El diseño del sistema de bombeo empleado en la terminal “small scale” considerará cada una de las fases de desarrollo de las infraestructuras, así como modos operacionales que requieran su funcionamiento.

Siguiendo la premisa de realizar un diseño eficiente y compacto, el sistema de bombeo prevé cubrir los siguientes escenarios:

- Suministro de GNL a transportes o consumidores marítimos
- Carga de cisternas

La terminal “small scale” contará con un único sistema de bombeo de Baja Presión, que comprende los dos escenarios anteriores. Debido a las diferencias en las capacidades de repostaje para una u otra opción (40m³ aprox. para cisternas y 600m³ capacidad máxima de barcaza), se propone la instalación de los dos equipos de bombeo en paralelo, suministrando cada uno de ellos un caudal aproximado de 100m³/h, adaptándolo en función de las necesidades.

3.2.1.4 Saturación

Se prevé integrar un vaporizador de saturación con el objetivo de mantener la calidad del GNL suministrado. La tecnología empleada para este propósito son vaporizadores ambientales por su mínimo mantenimiento requerido y fiabilidad en la operación, empleando dos equipos: uno en funcionamiento y otro en “descongelación”, según UNE 60210:2015.

3.2.1.5 Surtidor marítimo

Uno de los atractivos y características destacables de la terminal “small scale” es el surtidor de GNL como punto de suministro para la carga de GNL como combustible.

Tras el análisis de la demanda potencial de GNL como combustible para la diversa tipología de buques, se incorporará este surtidor marítimo para ofrecer este servicio a los buques que soliciten el acceso al muelle de atraque de la terminal “small scale”.

La conexión para este surtidor se realizará mediante el uso de mangueras flexibles. Esta tipología de conexión proporciona rapidez y comodidad en el servicio, contemplando todos los requisitos de seguridad inherentes a la operación.

3.2.1.6 Cargadero de cisternas

Uno de los servicios analizados y considerados para la terminal “small scale” es la operación de cargas de cisternas. Este servicio permitirá la posterior distribución de GNL a consumidores por transporte rodado.

Se diseñarán las infraestructuras del cargadero de cisternas que permitan una rápida y segura operación de carga mediante el empleo de mangueras criogénicas.

Este cargadero se usará de forma reversible para el suministro inicial de la planta por cisternas.



3.2.2 Estación de servicio GNL/GNC

La estación de servicio contará con un pequeño sistema de almacenamiento de GNL, permitiendo su suministro como combustible:

- Suministro de GNL a transportes terrestres
- Regasificación de GNL para su suministro a transportes terrestres en forma de GNC.

Del mismo modo que ocurre en la terminal “small scale”, la estación de servicio dispondrá de las medidas necesarias que garanticen una gestión eficiente del BOG generado.

3.2.2.1 Almacenamiento

Considerando el consumo típico de GNL/GNC requerido por los segmentos principales que conforman la demanda terrestre, la capacidad de almacenamiento del surtidor será tal que permita una regasificación y llenado de cilindros de GNC, así como el llenado de depósitos de GNL empleado por vehículos terrestres.

En el surtidor terrestre se optará por el empleo de contenedores portátiles que se recargarán en la terminal “small scale”, evitando la instalación de equipos fijos. Serán depósitos ISO criogénicos a presión. Este diseño destaca por su versatilidad y facilidad en las operaciones de conexión y desconexión.

3.2.2.2 Gestión del BOG

Siguiendo la filosofía de gestión de BOG descrita, se precisa un diseño que permita una gestión óptima, eficiente y segura del mismo.

En cuanto a las fuentes de generación de BOG, cabe destacar que una de las principales, como son las operaciones marítimas, no son de consideración en el surtidor terrestre.

Las opciones consideradas para obtener una gestión eficiente del BOG son:

- Compresión de BOG para almacenamiento en botellas de GNC
- Recondensación del BOG mediante el empleo de un sistema de nitrógeno líquido similar al empleado en la terminal “small scale”
- Envío de BOG a la red de distribución local presente en las inmediaciones, con los consecuentes obstáculos a nivel de infraestructuras y a nivel regulatorio.

La tercera opción requiere de una elevada inversión en infraestructuras al requerirse un tramo de gasoducto que entronque con la red de distribución local, así como cumplimiento de normativas regulatorias adicionales del sistema gasista español al inyectar BOG en la red.

A pesar de ser la segunda opción la más eficiente para la recuperación del BOG en la terminal “small scale” no ocurre lo mismo en el surtidor ya que al precisarse el almacenamiento y suministro de GNC, es interesante recuperar el BOG a través de un compresor para el llenado de los acumuladores. De este modo, se empleará la primera opción (compresor de BOG) para este fin.

3.2.2.3 Equipos de bombeo

En la estación de servicio, para dar servicio de suministro de GNL y GNC a vehículos terrestres se dispondrá de un equipo de bombeo de Baja Presión y otro de Alta Presión, respectivamente.

En cuanto al bombeo de Baja Presión, las características estimadas deberán proporcionar un servicio seguro y cómodo, resultando en un flujo de consumidores tal que evite la generación de largas esperas. De este modo, se estima una tasa de suministro de las bombas de Baja Presión de unos 10m³/h, completando el servicio de repostaje en minutos.

Por otra parte, con el fin de conseguir una producción eficiente de GNC, se propone la instalación de una bomba de Alta Presión, elevando la presión de GNL a unos valores



aproximados de 300 bar, que permitan su vaporización y posterior almacenamiento en botellas de GNC. Tras el llenado de estas botellas se obtiene la disponibilidad en el surtidor de GNC de realizar abastecimientos rápidos. Esta opción evita la instalación de compresores, así como su consumo eléctrico asociado.

3.2.2.4 Producción GNC

Uno de los productos ofrecidos en el surtidor terrestre será el GNC. La vaporización del GNL tras la impulsión de la bomba de Alta Presión se consigue al realizar su circulación a través de los vaporizadores.

El modelo de vaporizador empleado será de tipo atmosférico o ambiental (figura 2). Este tipo de tecnología ofrece ventajas a nivel del reducido mantenimiento precisado y a su simplicidad en cuanto a nivel operativo se refiere, produciéndose el intercambio energético mediante convección natural.



Figura 2. Vaporizadores ambientales (www.chartindustries.com)

Se instalarán dos vaporizadores, cada uno de ellos proporcionando una tasa de vaporización suficiente para el servicio de llenado de las botellas de GNC. El diseño deberá ajustarse al cumplimiento de la UNE60210:2015, por ello mientras uno de ellos esté en funcionamiento, el otro se encontrará en modo “descongelación” (sección 4.3.1 de la normativa).

3.2.2.5 Surtidor GNL/GNC

La instalación de estos surtidores contribuirá con la adaptación a la fase de crecimiento significativa del mercado de los vehículos utilitarios e industriales funcionando con gas natural, así como a consolidar el tejido de puntos de suministro de GNL/GNC (figura 3).

El surtidor terrestre se encuentra principalmente destinado a transporte terrestre de mercancías y maquinaria portuaria.

Estos se encontrarán ubicados respetando la ergonomía en la operación y la accesibilidad a las instalaciones.





Figura 3. Surtidor de GNL/GNC en Málaga (www.cadenadesuministro.es)

El servicio de suministro principal de GNL o GNC se realizará en una sección provista de dos surtidores: uno para cada producto. A nivel de infraestructuras, el surtidor para GNC precisará de los acumuladores descritos en el apartado 3.2.2.3.

Los surtidores principales contarán con dos estaciones cada uno, permitiendo una operación fluida en el suministro de combustible a los consumidores.

3.3 Ubicación

El emplazamiento propuesto para las instalaciones dimensionadas a continuación deberá cumplir con una serie de criterios y requisitos con el fin de resultar accesible y atractivo como punto de suministro de GNL.

3.3.1 Terminal “small scale”

Tras analizar varias alternativas para la ubicación de la terminal “small scale” en el Puerto de Vigo, la Autoridad Portuaria ha indicado que la localización será en la Zona de Bouzas, concretamente en las inmediaciones de la Terminal de Transbordadores Ro-Ro, en el área resaltada a continuación:





Figura 4. Vista aérea de la entrada a la zona portuaria de Vigo, resaltando ubicación de la terminal "small scale".

La ubicación considerada proporciona ventajas a nivel logístico, debido a la cercanía del puerto marítimo, así como a industrias navales, resultando accesible y, por lo tanto, atractivo para el repostaje de buques o pesqueros.

Dada su localización en una zona despejada, permite el ciclo normal de distribución del GNL, debido a que las operaciones analizadas tanto para suministro como para abastecimiento se ven favorecidas. De este modo, se cubrirían las necesidades de abastecerse por transporte marítimo, así como las de proporcionar la distribución del producto tanto a buques que se encuentren fondeados en las inmediaciones como aquellos que soliciten atracar en el propio muelle de las instalaciones.

El acceso terrestre que en ocasiones supone un problema logístico, se encuentra garantizado en la ubicación seleccionada, cubriéndose además las operaciones realizadas por camiones cisternas (abastecimiento y suministro).

La versatilidad de la situación considerada garantiza la posibilidad de otorgar sus servicios en cualquiera de los tres escenarios de demanda analizados en el informe de demanda y que se muestran en el punto 3.4.

A modo orientativo, la figura 5 muestra el área terrestre y marítima precisa para su operación.

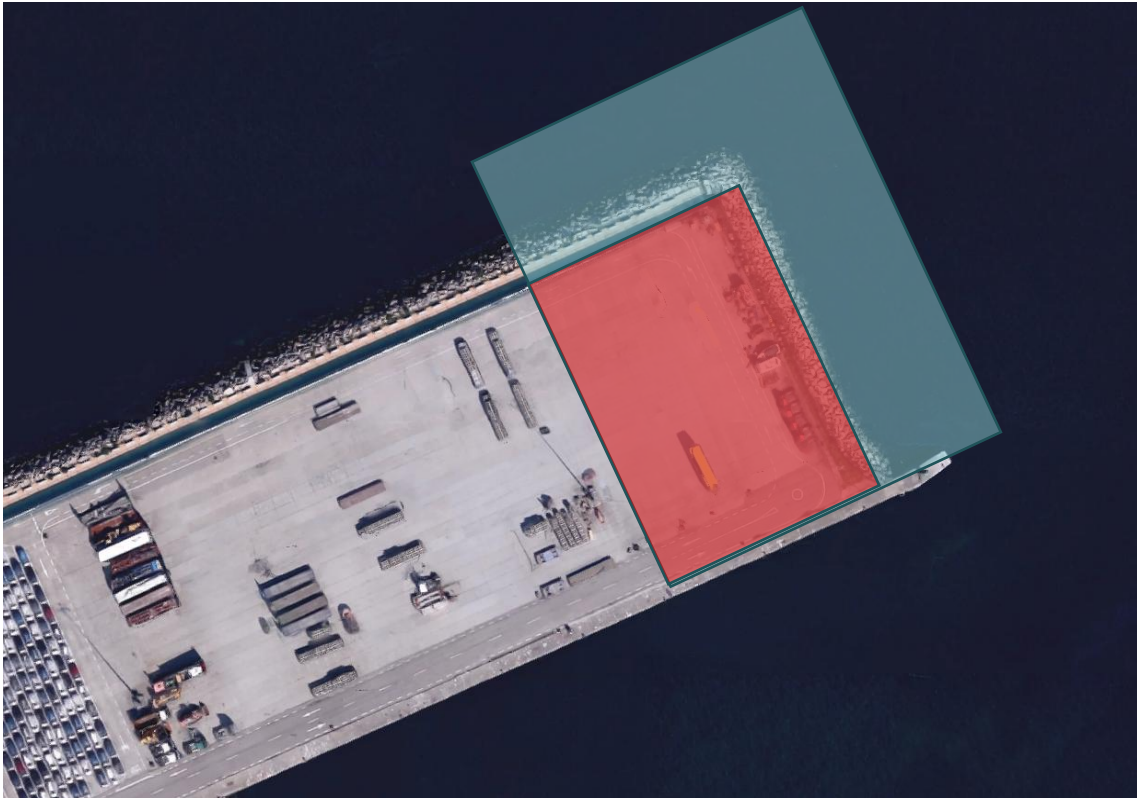


Figura 5. Vista satélite de la localización, reflejando la concesión

La selección de ubicaciones en las entradas marítimas a zonas portuarias es de amplia aplicación en la industria del GNL.

Esta localización no se encuentra cercana a la red de distribución local, por lo que la opción de gestión de BOG mediante entronque a esta red no resulta factible.

Según lo indicado en 3.2.1.2, una solución propuesta a esta circunstancia consiste en emplear nitrógeno líquido a través de un serpentín en el interior de la sección superior del depósito de almacenamiento de GNL, favoreciendo la condensación del BOG y evitando la generación de presiones elevadas. Una vez realizado el intercambio energético entre los dos elementos, el nitrógeno es liberado a atmósfera.

El empleo de este sistema reviste las siguientes ventajas frente a otros sistemas convencionales de gestión de BOG como es el empleo de compresores:

- Bajo coste de suministro
- Sistema de sencilla implantación e integración con el depósito de almacenamiento
- Sencillez y seguridad en el modo de operación

3.3.2 Estación de servicio GNL/GNC

Debido a que el usuario de la estación de servicio de GNL/GNC serán tanto vehículos particulares como maquinaria portuaria y transporte de mercancías, el emplazamiento de la terminal "small scale" no resulta el más idóneo para este fin, debido a su lejanía y la necesidad de acceder a un área de carácter restringido.

Adicionalmente, la Autoridad Portuaria de Vigo ha designado como posibles emplazamientos de la estación de servicio GNL/GNC la zona de Astilleros y Varaderos y la zona de Muelles Comerciales, en las cercanías de la Terminal de Contenedores.



La primera localización seleccionada (figura 6) incorpora la disponibilidad de proporcionar el servicio a diferentes usuarios sin ser preciso el acceso a una zona restringida, con la consecuente mejora en la fluidez tanto del proceso de la estación

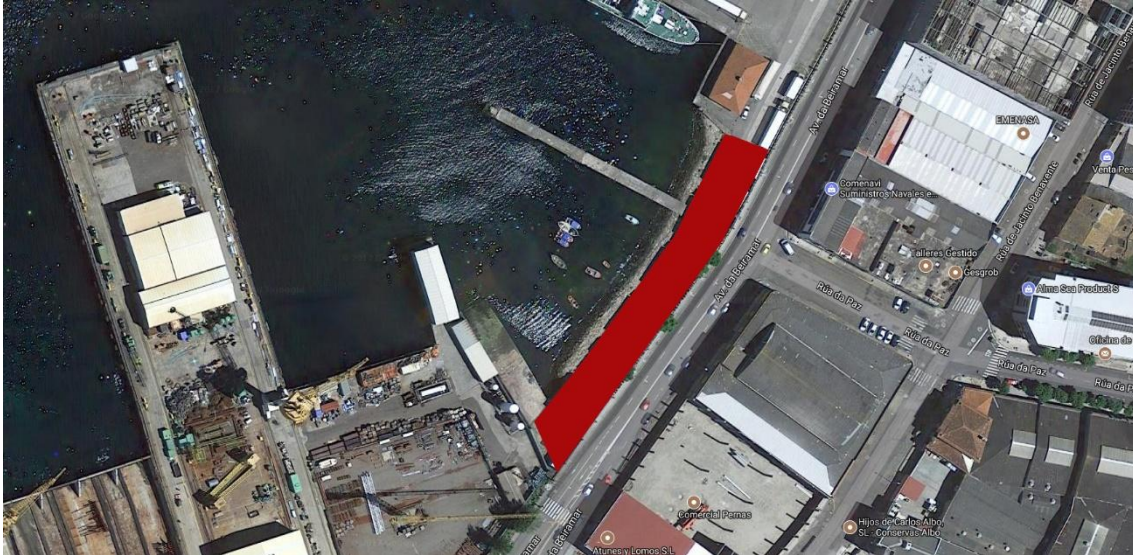


Figura 6. Localización propuesta para la estación de servicio GNL/GNC en la Zona de Astilleros y Varaderos, Beiramar.

La ubicación proporciona servicio a los consumidores principales, siendo un punto accesible a los segmentos de la demanda analizados.

Otra localización propuesta, en la Zona de Muelles Comerciales (figura 7), cercana a la Terminal de Contenedores, resulta la más cercana al sector de la demanda terrestre de la maquinaria portuaria, concentrada en las inmediaciones de la ubicación indicada.



Figura 7. Localización propuesta para la estación de servicio GNL/GNC en la Zona de Muelles Comerciales.



Las ubicaciones indicadas resultan una buena opción considerando la buena accesibilidad y su cercanía al abanico de sectores de demanda terrestre analizados.

3.4 Capacidad de almacenamiento de las instalaciones en base a la demanda

Para satisfacer los escenarios analizados en el informe de demanda, la capacidad de la terminal “small scale” se dimensionará bajo estos criterios. Con el fin de ofrecer un servicio sin interrupciones, se establece una autonomía de una semana completa (7 días) para dar servicio.

Para el caso del surtidor, el principal consumidor serán vehículos terrestres y maquinaria portuaria y se establece una autonomía de dos (2) días dada su ubicación próxima a la planta “small scale”.

Partiendo de esta base, se estudia la capacidad de almacenamiento que dichas instalaciones deberían cumplir.

Los resultados se presentan a continuación para los tres escenarios objeto de estudio en la fase anterior y en el mismo horizonte de quince (15) años desde el presente curso, es decir, desde el año 2017 hasta el año 2031.

3.4.1 Escenario realista

Para este escenario se contempló que el volumen de mercancías actual (4,12 Mt) sube de forma escalonada a 5,0 Mt en los siguientes 15 años.

Tabla 1. Demandas para el escenario realista

	2017	2021	2026	2031
<i>Demanda marítima GNL (m³/año)</i>	1.157	8.982	18.671	66.976
<i>Demanda terrestre GNL (m³/año)</i>	0	2.342	3.581	4.958
<i>Capacidad terminal “small scale” (autonomía 7 días) (m³)</i>	22	217	427	1.380
<i>Capacidad estación de servicio (autonomía 2 días) (m³)</i>	0	13	20	27

3.4.2 Escenario pesimista

Para este escenario se contempló que el volumen de mercancías actual (4,12 Mt) se mantiene en los siguientes 15 años.

Tabla 2. Demandas para el escenario pesimista

	2017	2021	2026	2031
<i>Demanda marítima GNL (m³/año)</i>	520	7.398	9.567	23.492
<i>Demanda terrestre GNL (m³/año)</i>	0	2.196	3.148	4.085
<i>Capacidad terminal “small scale” (autonomía 7 días) (m³)</i>	10	184	244	529
<i>Capacidad estación de servicio (autonomía 2 días) (m³)</i>	0	12	17	22

3.4.3 Escenario optimista

Para este escenario se contempló que el volumen de mercancías actual (4,12 Mt) sube de forma escalonada a 6,0 Mt en los siguientes 15 años.



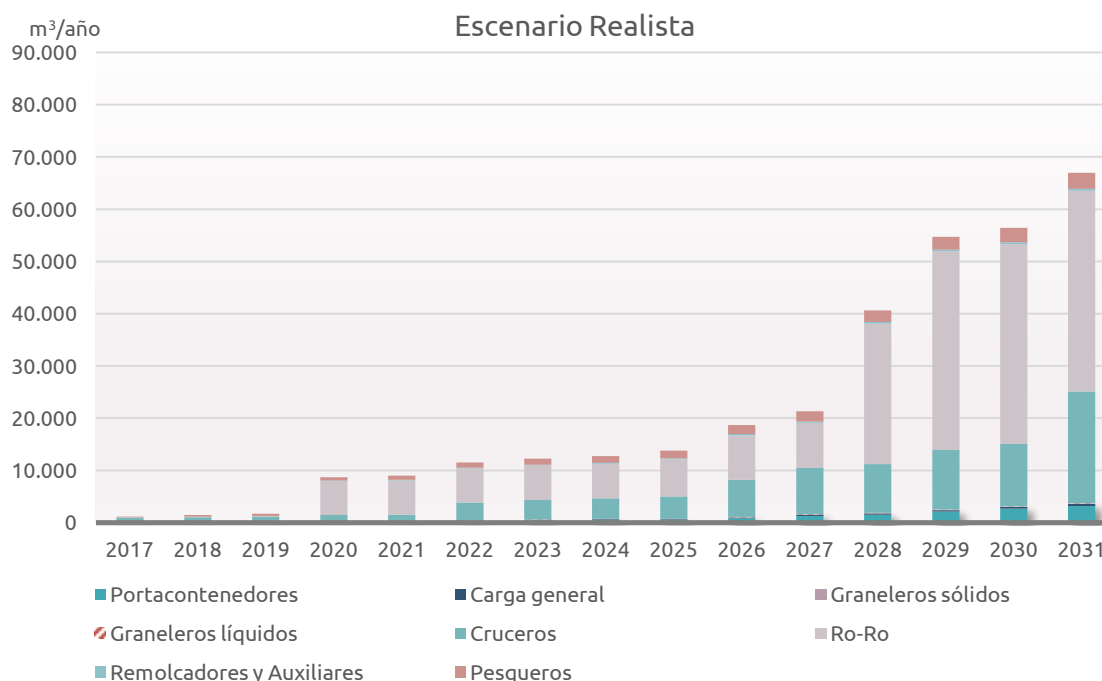
Tabla 3. Demandas para el escenario optimista

	2017	2021	2026	2031
Demanda marítima GNL (m ³ /año)	1.988	13.347	46.436	105.521
Demanda terrestre GNL (m ³ /año)	0	2.489	4.044	5.949
Capacidad terminal "small scale" (autonomía 7 días) (m ³)	38	304	968	2.138
Capacidad estación de servicio (autonomía 2 días) (m ³)	0	14	22	33

3.4.4 Tipificación de la demanda

A la vista de los resultados obtenidos en el informe de evaluación de la demanda, es notable que la demanda será esencialmente servida por mar, en el entorno del 25% de la demanda total de combustible al horizonte 2031.

La siguiente tabla ilustra el desglose de la demanda marítima por consumidores, y permite definir los cinco escalones de demanda de GNL en operaciones unitarias definidos en la Tabla 4, cuya viabilidad será estudiada en secciones posteriores de este documento.



Gráfica 1. Demanda marítima.

Tabla 4. Entrega unitaria de GNL.

Consumos unitarios (m ³)				
0,5	5	50	500	5.000
Consumidor: Embarcaciones menores Vehículos terrestres	Consumidor: Pesqueros Islas Atlánticas	Consumidor: Servicio portuario	Consumidor: Ro-Ro Cruceros	Consumidor: Portacontenedores (perspectiva lejana)

En base a los datos presentados en la gráfica 1, el consumo por parte de cruceros y Ro-Ro sustentan la mayor parte de la demanda del sector marítimo por lo que asegurar el suministro a



este sector reviste un carácter fundamental. Mención especial merece el consumo por parte de los cruceros. Por su actividad precisan una autonomía que permita la realización de sus trayectos, considerando que las escalas de los cruceros se realizan en puntos donde no se disponen de puntos de repostaje. Garantizar este abastecimiento completo a cruceros otorgará un gran atractivo al Puerto de Vigo como punto logístico de suministro.

El volumen de GNL trasegado en cada repostaje a los cruceros se estima tomando como referencia a los encargados por el Grupo Carnival¹, siendo un caso excepcional, al tratarse de cruceros de grandes dimensiones diseñados para acomodar a más de 6.000 pasajeros. Para la flota de cruceros analizada, el volumen estimado para una autonomía de 10 días es de aproximadamente 2.500m³, siendo un valor conservador que permitirá flexibilidad en el suministro.

Esta consideración tiene dos consecuencias en cuanto a los dimensionamientos de las instalaciones:

- Ampliar la capacidad de la barcaza a 1.000m³, elevando la capacidad máxima de suministro combinada, permitiendo un volumen de repostaje mayor, cubriendo un importante sector de la demanda.
- Como consecuencia de la ampliación de capacidad de la barcaza, se establece una capacidad inicial de la terminal "small scale" de 1.000m³ repartida en dos depósitos de 500m³ cada uno. Así pues, se permite realizar el repostaje de la barcaza en una única operación, alcanzando el umbral de suministro combinado de 2.000m³.

3.5 Dimensionamiento de las instalaciones

Los equipos serán tipo modular, ofreciendo ventajas como su menor periodo de entrega, así como a nivel económico al realizarse el proceso de fabricación en la propia factoría.

3.5.1 Cumplimiento normativo

Para el dimensionamiento de la terminal "small scale", debe hacerse una mención especial a la normativa vigente de aplicación en función de la capacidad de la misma. Así pues, a medida que se vaya incrementando la capacidad, la normativa de aplicación establece restricciones mayores.

De este modo, la UNE60210:2015 establece una capacidad máxima de 1.500m³. Por encima de esta capacidad se debería estudiar la aplicación de otras normativas, como puede ser la UNE-EN 1473, con las consecuentes restricciones al diseño que implica su aplicación. Actualmente, se encuentra en fase de estudio la modificación de esta normativa para adaptarla a otras capacidades.

3.5.2 Terminal "small scale"

El arreglo propuesto para la adaptación progresiva a la demanda consiste en disponer de una capacidad inicial que se irá ampliando de forma gradual con depósitos adicionales.

Los modelos estándares de depósitos cilíndricos de GNL cuyo tamaño mejor se ajusta a las capacidades de la futura terminal son de 500m³.

Según lo comentado en el apartado 3.4.4, se establece una capacidad inicial de 1.000m³ repartida en dos depósitos de 500m³ cada uno.

¹ http://www.lngworldshipping.com/news/view,cruise-ships-add-new-dimension-to-lng-passenger-fleet_47090.htm



Esta propuesta inicial para la terminal “small scale” contará con una serie de ventajas:

- permite gestionar de una forma más eficiente el “footprint” de la instalación, que no queda exenta de espacio disponible para ampliar su capacidad con depósitos adicionales.
- presenta un gran atractivo para realizar entregas unitarias de volumen relevante en un plazo limitado, permitiendo el suministro de GNL a cruceros en un menor número de operaciones.
- optimiza los peajes regulados cuales penalizan fuertemente el uso puntual e intenso de los cargaderos de cisternas. Efectivamente, el sistema gasista se gestiona de tal forma que, la cuota que el usuario deberá abonar al final del mes será la correspondiente al día de mayor consumo, por lo que disponer de una capacidad de almacenamiento superior a la demanda (stock) suavizará la compra de GNL a las comercializadoras.

Las ampliaciones posteriores se realizarán mediante el empleo de depósitos de 500m³, adaptando la capacidad de la terminal “small scale” a la previsión de la demanda.

Para cada uno de los escenarios (realista, pesimista y optimista), siguiendo el criterio anterior, se proponen los siguientes periodos de ampliación:

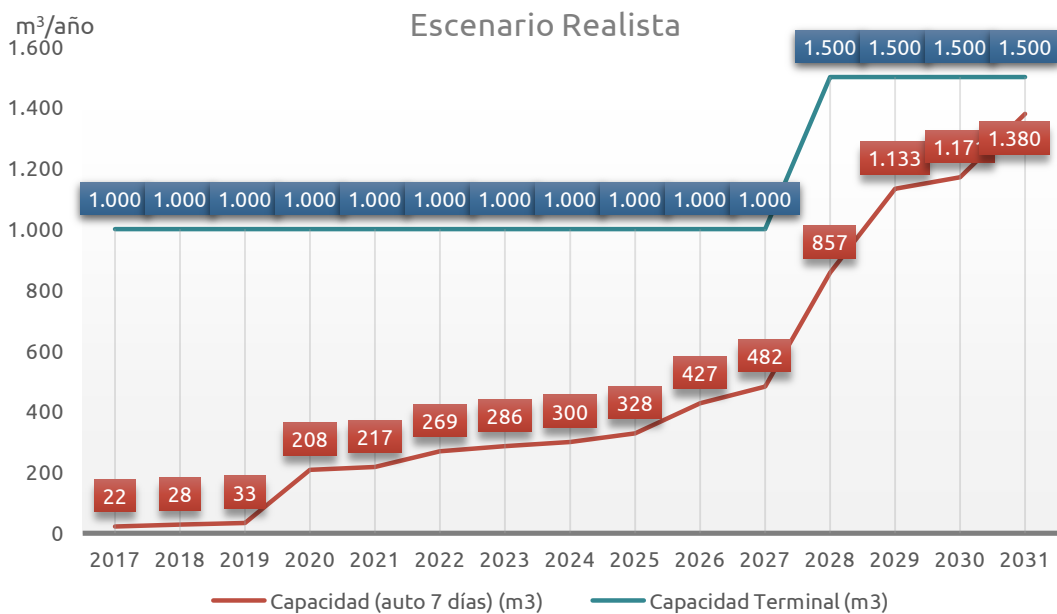


Gráfico 2. Análisis Capacidad Terminal vs Capacidad analizada en escenario realista



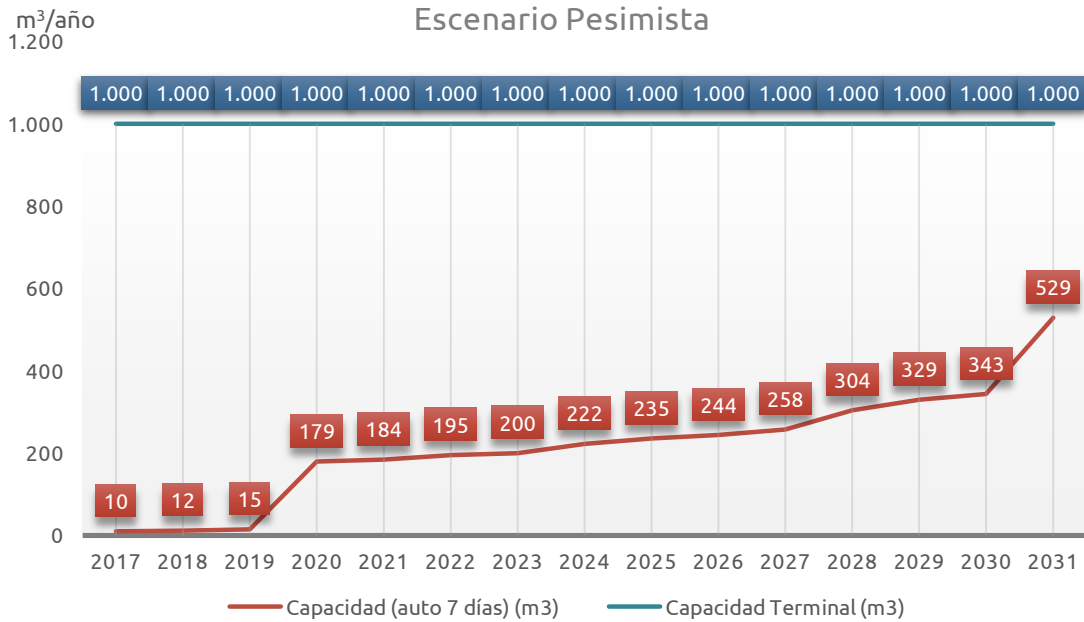


Gráfico 3. Análisis Capacidad Terminal vs Capacidad analizada en escenario pesimista

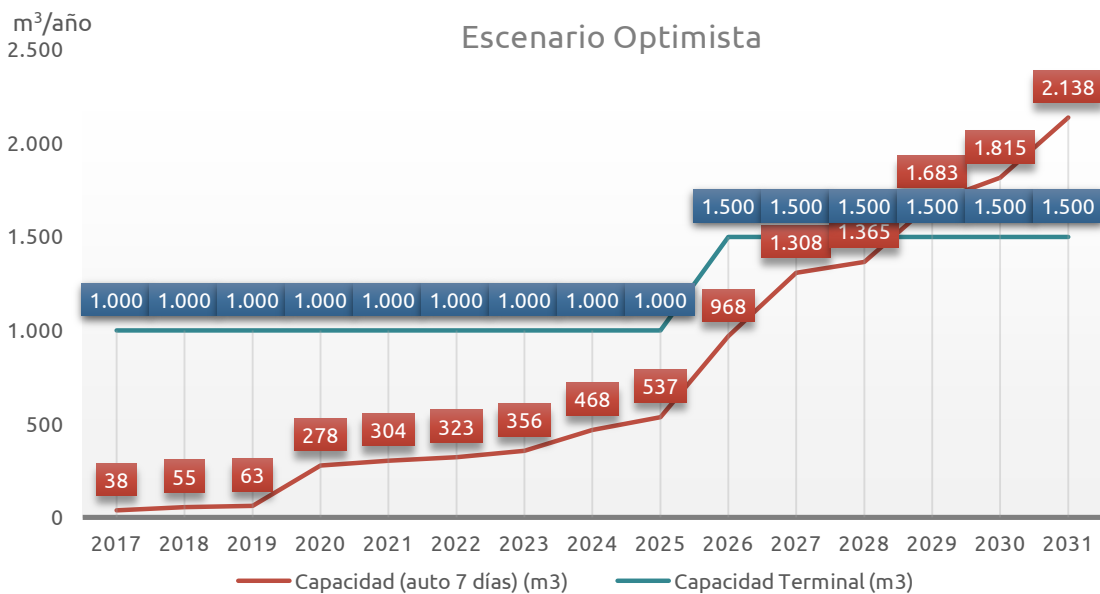


Gráfico 4. Análisis Capacidad Terminal vs Capacidad analizada en escenario optimista.

La consideración descrita en el apartado 3.5.1 reviste un impacto en el diseño de la terminal “small scale” para el caso optimista, donde la previsión de la demanda a largo plazo requiere una capacidad por encima de 2.000m³ cuando la normativa establece un umbral de 1.500m³, por encima del cual la aplicación de otras normativas dificultaría en gran medida el diseño de las infraestructuras.



Como conclusión a los tres escenarios, partiendo de una capacidad inicial de 1.000m³, se cuentan con unas infraestructuras capaces de satisfacer los escenarios futuros de la demanda especialmente cuando la barcaza comience a operar en el Puerto de Vigo.

3.5.3 Estación de servicio GNL/GNC

La misma filosofía de adaptación gradual de la capacidad de almacenamiento a la demanda empleada para la terminal “small scale” será empleada para la estación. Se instalarán depósitos ISO criogénicos a presión de 10 ft de capacidad (8m³).

La filosofía del dimensionamiento considera disponer en todo momento de un depósito lleno para ofrecer un servicio ininterrumpido. En el momento que un depósito precise ser recargado, se retirará y transportará a la terminal “small scale” por carretera quedando el otro en operación.

Mediante el empleo de esta tecnología se permite la optimización del “footprint” o área empleada, debido a que la capacidad es menor, ya que la autonomía de la estación de servicio es de tan sólo dos días, frente a los siete de la terminal “small scale”.

En base a los modelos comerciales disponibles en el mercado para este tipo de depósitos, se propone instalar dos depósitos iniciales con una capacidad de aproximadamente 8m³ cada uno, contemplando la posterior ampliación con la incorporación de depósitos adicionales de iguales características. En función de la evolución de la demanda se propone ir instalando los sucesivos depósitos tal y como se refleja en las gráficas 5, 6 y 7.

En base al estudio de demanda, y con los criterios anteriores, para cada uno de los escenarios (realista, pesimista y realista) la adaptación de la capacidad a la demanda es la mostrada en las gráficas siguientes:

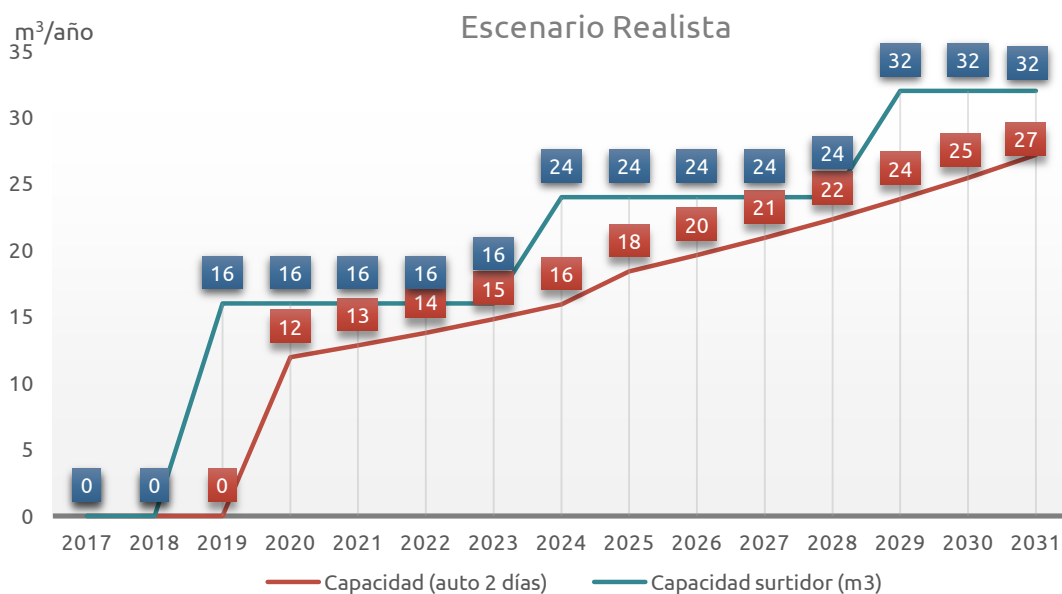


Gráfico 5. Análisis Capacidad Terminal vs Capacidad analizada en escenario realista.

Para este escenario, se prevé la instalación inicial de dos depósitos de 8m³ cada uno, con una posterior ampliación con un tercer depósito en 2024 y un cuarto en 2029.



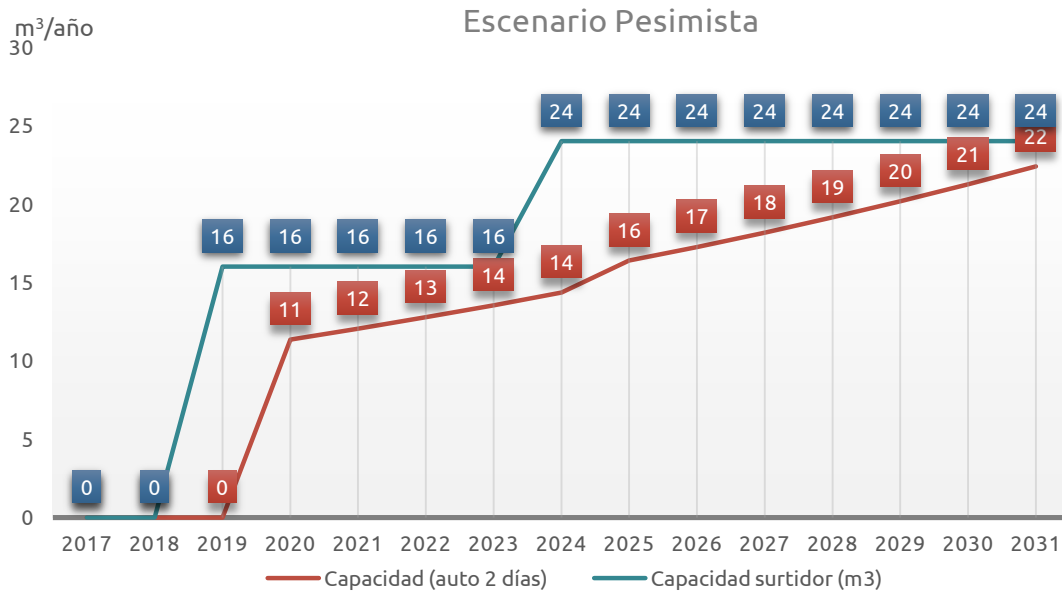


Gráfico 6. Análisis Capacidad Terminal vs Capacidad analizada en escenario pesimista.

Para este escenario, se prevé la instalación inicial de dos depósitos de 8m³ cada uno, con una posterior ampliación con un tercer depósito en 2024.

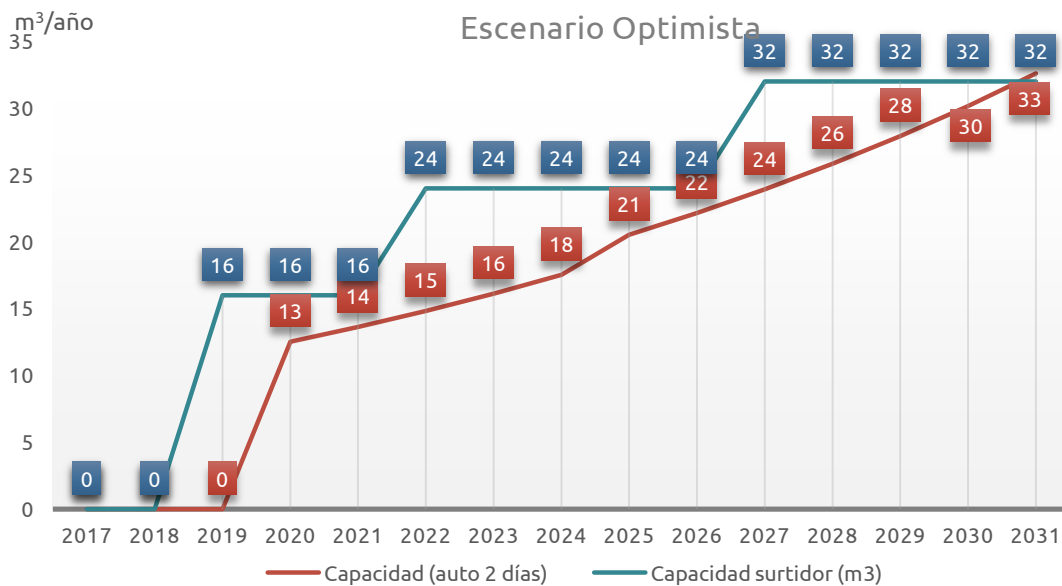


Gráfico 7. Análisis Capacidad Terminal vs Capacidad analizada en escenario optimista.

En el escenario optimista, se prevé la instalación inicial de dos depósitos de 8m³ cada uno, con una posterior ampliación con un tercer depósito en 2022 y un cuarto en 2027.

3.6 Implantación de las instalaciones

3.6.1 Terminal “small scale”

En base al área propuesta por la Autoridad Portuaria y a las instalaciones y equipos necesarios descritos anteriormente, se propone el siguiente arreglo, en cumplimiento con las distancias de seguridad descritas en la normativa de aplicación referente a plantas satélite. Para los



escenarios analizados y con el cumplimiento normativo descrito en 3.5.1, la normativa de aplicación es la UNE 60210:2015:

Tabla 5. Distancias de seguridad.

Capacidad total instalada	Distancias en m							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Elementos								
Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	5	7	9	12	15	20	20	25
Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de material inflamable, puntos de ignición controlados	5	7	9	12	15	15	15	15
Proyecciones de líneas eléctricas	10	12	15	15	15	15	15	15
Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles	7	8	9	12	15	25	30	35
Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.	9	12	14	20	24	34	44	55

En las inmediaciones de la terminal “small scale”, para los tres escenarios mencionados anteriormente, no existen elementos a distancias iguales o inferiores a las relacionadas en la tabla 5 para la capacidad de la terminal en las condiciones de los escenarios realista y pesimista (categoría H: de 400 hasta 1.500m³).

La distribución propuesta para el escenario que requiere una mayor capacidad de almacenamiento es la propuesta en la figura 8:

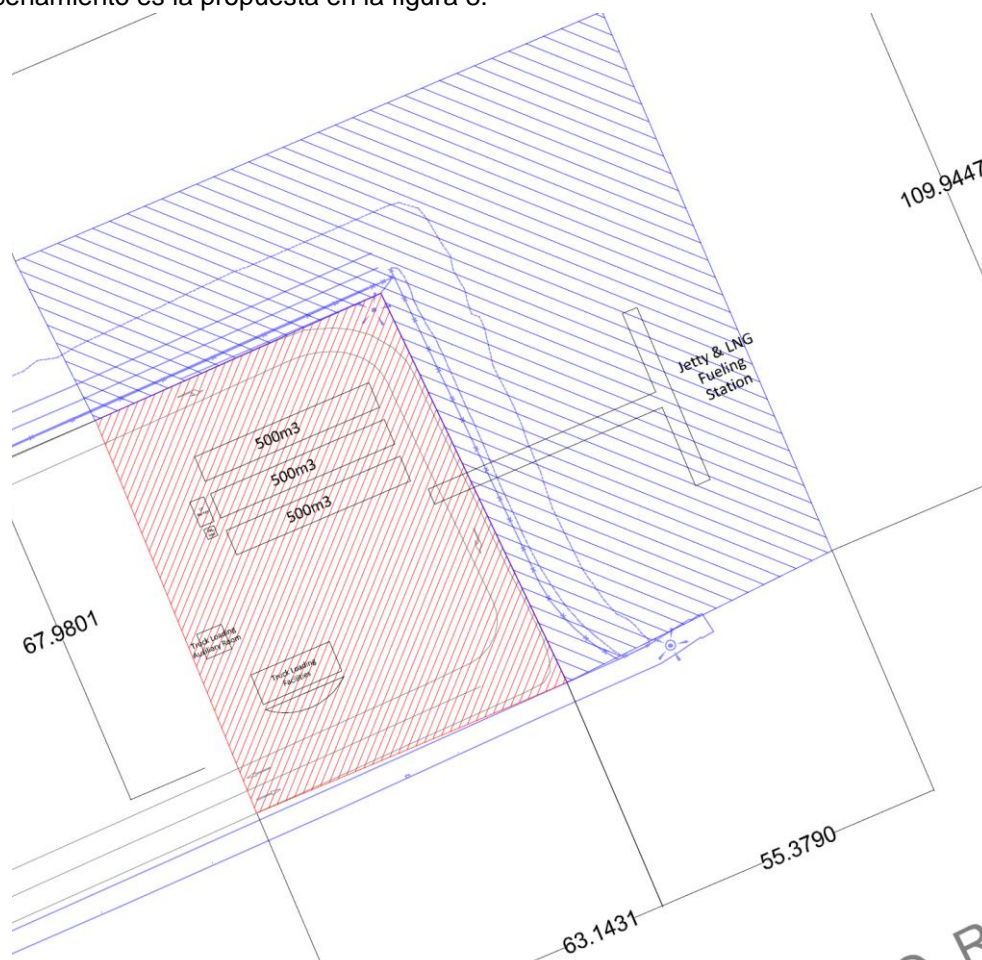


Figura 8. Distribución propuesta de las instalaciones en la terminal “small scale”.

Empleando el acceso existente por carretera, se propone la instalación de la zona de carga/descarga de cisterna en el punto de acceso más cercano por carretera.



En la zona de proceso de la terminal el arreglo de los depósitos cilíndricos considera el caso de mayor capacidad con una capacidad total de 1.500m³. Este diseño permite ampliaciones futuras para depósitos adicionales. Los sistemas de bombeo y vaporización se encuentran en las inmediaciones de los depósitos.

En cuanto al Jetty y al surtidor marítimo de GNL, debido a las dimensiones máximas esperadas de buque de suministro (buque de suministro de Reganosa, con más de 100m de eslora), la ubicación de este Jetty será en la zona que permita una buena operación de atraque. Este Jetty hará, a su vez, de embarcadero para pequeños buques que soliciten acceder a la terminal para obtener suministro del surtidor de GNL.

La confluencia de embarcaciones no reviste mayor impacto debido a que una correcta coordinación es programable en base a la frecuencia de descarga de buques esperada.

3.6.2 Estación de servicio GNL/GNC

La filosofía empleada en la distribución contempla la sectorización de la zona de servicio o repostaje de la zona de proceso que incluye la zona de depósitos, sistema de vaporización y bombeo.

De esta manera, se permite aislar las operaciones de acople/desacople de los depósitos ISO, funcionamiento de los equipos, etc. del punto de acceso público.

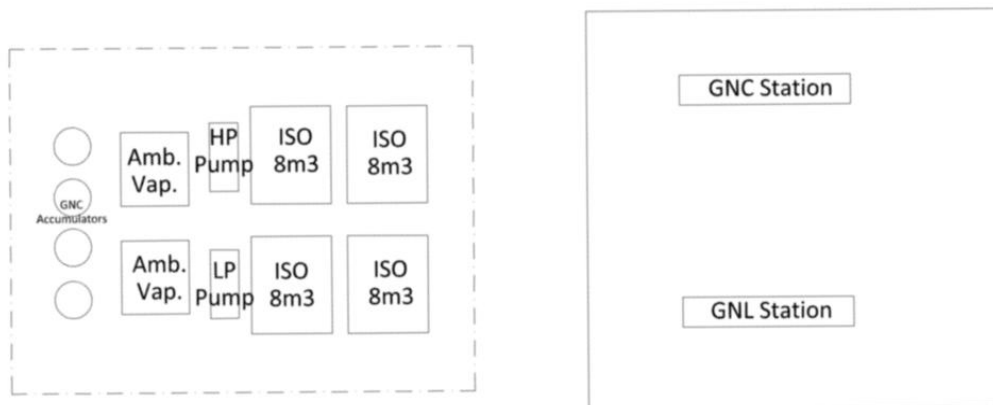


Figura 9. Distribución propuesta de las instalaciones del surtidor.

La capacidad máxima prevista será de 32m³, clasificándose como grupo D según UNE60210:2015, por lo que según la Tabla 4, se deberán respetar las distancias descritas para su ubicación. El arreglo propuesto y la medida de sectorización adoptada se encuentra alineada con las bases de diseño aplicadas en el sector.

4 Consideraciones logísticas

Como punto de partida para establecer una cadena logística de suministro de GNL hasta las instalaciones del Puerto de Vigo, se estudia la viabilidad de los diferentes escenarios de aprovisionamiento de GNL como combustible, en función de la evolución de la demanda.



4.1 Secuencia de incorporación de las infraestructuras

- Fase I

En una primera fase, que se corresponde con la situación actual, el único medio de suministrar GNL a los consumidores en el puerto es mediante cisternas previamente cargadas en una planta de almacenamiento y regasificación de GNL.

- Fase II

De acuerdo con el incremento de la demanda, la mejor opción sería contar con la barcaza en una segunda fase. No obstante, con el fin de atender a las demandas de carácter unitario, la capacidad de la barcaza resulta una limitación, pues únicamente puede almacenar 600m³ de GNL, a lo que se le suma la imposibilidad de viajar hasta la terminal de regasificación de Mugarodos.

Por otra parte, no se considera como una opción viable rellenar la barcaza por medio de cisternas ya que supondría una cadena de más de quince (15) camiones cisterna.

Por lo tanto, se fija en la segunda fase el inicio de la operación de la terminal “small scale”, dotada con un surtidor marítimo para abastecimiento en el propio muelle, y del surtidor terrestre para abastecimiento de transporte rodado. Esta terminal permite además optimizar los costes logísticos asociados a las cisternas, lo que reduce en gran medida el precio del GNL.

- Fase III

Con la puesta en marcha de la terminal “small scale”, la adquisición de la barcaza cobra fuerza, pues dispone de un punto de llenado de sus tanques (600m³ en total) para su posterior distribución.

Con su entrada, se gana en flexibilidad operativa puesto que la barcaza habilita el repostaje de GNL como combustible en cualquier muelle del puerto, así como a cualquier embarcación situada en las inmediaciones de la zona, con una capacidad de suministro superior a la de las cisternas.

Además, con la combinación del suministro otorgado por la barcaza junto con el de la terminal “small scale” se está en disposición de superar el umbral de los 1000m³ de GNL trasegados.

- Fase IV

Por último, en la última fase, se prevé que esté finalizada la construcción del buque de suministro de Reganosa de la que se beneficiará también el Puerto de Vigo gracias a la gran capacidad de almacenamiento y trasiego de la que dispondrá, haciendo posibles las operaciones de mayores dimensiones.

A modo de resumen se presenta en una línea temporal los momentos en los que cada infraestructura entra en operación:



Figura 9. Línea temporal (desarrollo de las infraestructuras).



4.2 Evolución de la calidad de los servicios

De acuerdo con las bases definidas en la sección anterior, el objetivo es presentar la evolución de la calidad de suministro, y evaluar la viabilidad de las operaciones partiendo de las siguientes premisas:

- Se considera una demanda no realista a aquellas operaciones que no se prevé que se vayan a realizar.
- Una operación será viable si existe capacidad real de suministro. Si bien, pueden aparecer limitaciones que dificulten la operación como son dificultad de abastecimiento, y por tanto tiempos de entrega elevados.
- Por su parte, una operación inviable es aquella que no se puede satisfacer puesta las infraestructuras operativas en ese momento no lo permiten.

Leyenda: código de colores.

Demanda no realista	Operación viable	Operación viable con limitaciones	Operación inviable

Se definen también los tipos de servicios prestados:

- Surtidor terrestre: conexión de un vehículo terrestre a un surtidor fijo para el suministro de GNL/GNC.
- Surtidor marítimo: conexión de una embarcación a un surtidor marítima para el suministro de GNL.
- Muelle: servicio de repostaje en el propio muelle donde el buque receptor está atracado, y que se realiza por medio de una embarcación al costado.
- Fondeo: servicio de repostaje para las embarcaciones receptoras que no están amarradas a un muelle, sino que se encuentran fondeadas en la Ría de Vigo.

Con esta información, se elaboran las matrices de resultados asignando un color a cada una de las diferentes operaciones de repostaje en el horizonte temporal fijado y en función del plan de desarrollo de las infraestructuras establecido.

4.2.1 Matrices de resultados

- Fase I (Cisternas)

Tabla 6. Evaluación técnica de la demanda para la Fase I.

		Volumen cargado (m ³)				
		0,5	5	50	500	5.000
Punto de carga	Surtidor terrestre					
	Surtidor marítimo					
	Muelle					
	Fondeo					

La capacidad aproximada de una cisterna es de 40m³, por lo que se puede concluir que, para la Fase I, las cisternas son una buena alternativa técnica para el suministro de hasta 50m³ de GNL. Por el contrario, para cantidades superiores, la necesidad de movilizar un gran número de camiones cisterna (13 cisternas para una demanda de 500m³) supone un problema a nivel operativo y de cumplimiento de plazos.



- Fase II (Terminal “small scale”)

Tabla 7. Evaluación técnica de la demanda para la Fase II.

		Volumen cargado (m ³)				
		0,5	5	50	500	5.000
Punto de carga	Surtidor terrestre					
	Surtidor marítimo					
	Muelle					
	Fondeo					

La finalización de la terminal “small scale” y la estación de servicio permite el suministro de GNL para el transporte marítimo y GNL/GNC para el transporte terrestre mediante un sistema de surtidores. Además, las nuevas infraestructuras eliminan las limitaciones de las operaciones “Shore to Ship”, hasta el momento realizadas mediante cisternas.

No obstante, sigue existiendo la problemática del suministro a los muelles alejados de la terminal, que se seguirá haciendo con cisternas, pero cuya logística será más sencilla por contar con la planta “small scale” en las inmediaciones.

- Fase III (Barcaza)

Tabla 8. Evaluación técnica de la demanda para la Fase III.

		Volumen cargado (m ³)				
		0,5	5	50	500	5.000
Punto de carga	Surtidor terrestre					
	Surtidor marítimo					
	Muelle					
	Fondeo					

Con la entrada en operación de la barcaza con base en el Puerto de Vigo se expande el alcance a nivel marítimo, ya que viabiliza el trasiego de GNL a embarcaciones que no se encuentren amarradas a un muelle, sino que se encuentran fondeadas en la Ría de Vigo.

Cabe destacar que la barcaza también validaría el abastecimiento de hasta 500m³, sin ninguna limitación, a cualquier embarcación amarrada en cualquier punto del puerto.

- Fase IV (Buque de suministro)

Tabla 9. Evaluación técnica de la demanda para la Fase IV.

		Volumen cargado (m ³)				
		0,5	5	50	500	5.000
Punto de carga	Surtidor terrestre					
	Surtidor marítimo					
	Muelle					
	Fondeo					

En la última fase, el buque de suministro garantiza la capacidad de suministro independientemente de cuál sea la cantidad de GNL trasegada.

4.3 Resumen de los escenarios

Para poder evaluar cuantitativamente la cadena logística de suministro, almacenamiento y distribución de GNL en el Puerto de Vigo, se utiliza como entrada la información obtenida del análisis realizado en las secciones anteriores para definir diez (10) escenarios en los que se



plantean diferentes alternativas para transportar el GNL desde la terminal de almacenamiento y regasificación hasta el consumidor final.

Tabla 10. Escenarios para el transporte del GNL.

Escenario	Origen	Abast. intermedio		Suministro GNL	Fin
1	Terminal GNL	Cisterna			Consumidor final
2		Cisterna		Terminal SSLNG	
3		Cisterna	Terminal SSLNG ²	Cisterna	
4		Cisterna		Barcaza	
5		Cisterna	Terminal SSLNG	Barcaza	
6		Buque de suministro			
7		Buque de suministro		Terminal SSLNG	
8		Buque de suministro		Barcaza	
9		Buque de suministro	Terminal SSLNG ¹	Cisterna	
10		Buque de suministro	Terminal SSLNG	Barcaza	

5 Consideraciones económicas

El análisis de los diez escenarios propuestos se basa tanto en un análisis cuantitativo de los peajes de transporte que se deben abonar, como del propio coste por el servicio de transporte y servicios auxiliares que beneficiarían la operativa (por ejemplo, grupo de bombeo para la descarga de las cisternas).

El sistema gasista español, de carácter regulado, establece unos peajes sujetos a actualización anual, la cual puede llegar a suponer un cambio sustancial. Estos peajes están destinados a contribuir a la amortización de las infraestructuras instaladas.

5.1 Cisternas

5.1.1 CAPEX

Los datos obtenidos del Informe del Sistema Gasista de 2016 indican que se cargaron aproximadamente 40.000 cisternas, lo que hace indicar la existencia de una oferta del servicio de transporte sin necesidad de acometer ningún tipo de inversión en bienes capitales, permitiendo obtener este servicio en régimen de alquiler.

5.1.2 Peajes

Hasta el año 2017, los datos de peajes se fijan de acuerdo con la Orden IET/2446/2013, de 27 de diciembre, y consta de un término fijo y otro variable.

Tabla 11. Peajes para cisternas.

Cisternas	
Carga cisternas - Término fijo (€/MWh/día/mes)	28,806
Carga cisternas - Término variable (€/MWh)	0,171

² La terminal "small scale" comprende también el cargadero de cisternas.



5.1.3 OPEX

Para el caso de las cisternas, el coste de transporte que se les asocia adquiere un valor de:

Tabla 12. Coste de transporte terrestre.

Coste transporte (€/km/GWh)	11,54
-----------------------------	-------

Además, debido a la complejidad de algunas de las maniobras que se deben realizar para garantizar que el producto llegue al consumidor final, es necesario contar con asistencia externa además del personal de las propias instalaciones, y que por tanto se deben tener en cuenta para obtener el coste total.

Estos servicios auxiliares son:

- Grupo de bombeo

Estos equipos serán necesarios para garantizar el suministro al consumidor final mediante cisternas. Su necesidad radica en que el proceso de descarga de una cisterna es lento y laborioso, pudiendo prolongarse por al menos cuatro (4) horas para un vaciado completo de la misma.

Si bien es cierto que existen alternativas, pues el mercado ofrece cisternas con un grupo de bombeo propio, éstas no son abundantes y su disponibilidad puede no estar garantizado para tener un “tren” de doce cisternas descargando una tras otra.

Por este motivo, se estima el alquiler de esta bomba o grupo de bombas en 1.000€.

- Movilización de un camión cisterna

En ciertas cadenas logísticas, el camión cisterna no interviene hasta el final de la propia cadena como nexo entre un intermediario anterior y el consumidor final. Este requiere de movilizar una cisterna a las instalaciones del Puerto de Vigo para su recarga en la terminal “small scale” y transporte del GNL hasta su punto de consumo.

El alquiler de este servicio se estima en 1.000€.

5.2 Terminal “small scale”

5.2.1 CAPEX

A modo orientativo, las inversiones en bienes capitales estimadas para la construcción de la terminal “small scale” asciende a un valor de 1.500.000€.

5.2.2 OPEX

De forma aproximada, se asocia a la terminal “small scale”, unos costes operativos del cinco por ciento (3%) del CAPEX de la misma.

Además, de acuerdo con el valor de CAPEX estimado para la nueva terminal, y considerando un periodo de retorno que se ajusta al periodo estudiado en el informe de demanda, con un beneficio tras este periodo, se fijan los siguientes costes tarifarios por metro cúbico de GNL trasegado desde la terminal:

- Coste por carga en terminal “small scale”

Se fija un coste de 12 € por cada metro cúbico trasegado desde la terminal “small scale”, independientemente de que el receptor sea el cliente final o un intermediario para su posterior entrega.



5.3 Estación de servicio GNL/GNC

5.3.1 CAPEX

A modo orientativo, las inversiones en bienes capitales estimadas para la construcción de la estación de servicio GNL/GNC asciende a un valor de 750.000€.

5.3.2 OPEX

De forma aproximada, se asocia a la estación de servicio, unos costes operativos del cinco por ciento (5%) del CAPEX de la misma.

Además, de acuerdo con el valor de CAPEX estimado para la nueva terminal, y considerando un periodo de retorno que se ajusta al periodo estudiado en el informe de demanda, con un beneficio tras este periodo, se fijan los siguientes costes tarifarios por metro cúbico de GNL trasegado desde la terminal:

- Coste por carga en la estación de servicio GNL/GNC

Siguiendo el criterio descrito en el punto anterior, se fija una tarifa de carga en la estación de servicio, independientemente del producto (GNL o GNC) de 45 € por metro cúbico.

5.4 Barcaza contemplada en el proyecto SamuelNG

5.4.1 CAPEX

A modo orientativo, las inversiones en bienes capitales estimadas para la adquisición de la barcaza oscilan entre siete (7) y ocho (8) millones de euros.

5.4.2 OPEX

El coste de transporte de las embarcaciones portadoras de GNL está asociado a las tarifas fijadas por el Puerto de Vigo para el tránsito de embarcaciones y uso de sus instalaciones, así como al “gross tonnage” de cada una de ellas.

Se debe tener en cuenta también los costes de flete de la embarcación (€/día) y sus costes operativos “OPEX” (€/día) no cubiertos por el flete.

El resumen de estos parámetros se resume en la siguiente tabla:

Tabla 13. Coste de transporte por mar (barcaza).

Barcaza	
Capacidad de la barcaza (m ³)	600
Gross Tonnage (GT)	500
Flete (€/día)	10.000
OPEX (€/día)	1.000
Tasa de buque T-1 (€/día)	4,4075
Tasa utilización zona de tránsito T-6 (€/m ² ·día)	528

Además, debido a la complejidad de algunas de las maniobras que se deben realizar para garantizar que el producto llegue al consumidor final, es necesario contar con asistencia externa además del personal de las propias instalaciones, y que por tanto se deben tener en cuenta para obtener el coste total.

- Asistencia marítima

La maniobra de conexión/desconexión de las embarcaciones portadoras del GNL con cualquiera de las infraestructuras o consumidor final con las que realiza un intercambio de



producto requiere de asistencia externa, pues el propio personal de la embarcación no sería capaz de realizar la operativa completa.

Entre estos servicios se considera necesario contar con los amarradores del puerto para asegurar la estabilidad de las embarcaciones para una operación segura, asistencia para la conexión/desconexión de los flexibles, entre otros.

Por tanto, para este servicio se estimó una cuantía de 5.000€ para la barcaza con base en el Puerto de Vigo.

5.5 Buque de suministro de Reganosa

5.5.1 CAPEX

A modo orientativo, las inversiones en bienes capitales (CAPEX) estimadas para la construcción del buque de suministro de Reganosa ascienden a un total de 40 millones de euros aproximadamente.

5.5.2 Peajes

Los datos de peajes se fijan de acuerdo con la Orden IET/2446/2013, de 27 de diciembre, y consta de un término fijo y otro variable. Para el caso de los buques, estas cuotas varían en función de la cantidad de GNL cargada.

Tabla 14. Peajes para la barcaza.

Buques	
Término fijo $V > 9.000\text{m}^3$ (€/buque)	176.841
Término variable $V > 9.000\text{m}^3$ (€/MWh)	1,563

5.5.3 OPEX

El coste de transporte de las embarcaciones portadoras de GNL está asociado a las tarifas fijadas por el Puerto de Vigo para el tránsito de embarcaciones y uso de sus instalaciones, así como al “gross tonnage” de cada una de ellas.

Se debe tener en cuenta también los costes de flete de la embarcación (€/día) y sus costes operativos “OPEX” (€/día) no cubiertos por el flete.

El resumen de estos parámetros se resume en la siguiente tabla:

Tabla 15. Coste de transporte por mar (buque de suministro).

Buque de suministro	
Capacidad del buque (m^3)	10.000
Gross Tonnage (GT)	1.000
Flete (€/día)	30.700
Distancia a terminal GNL Mugardos (nm)	127
OPEX (€/día)	8.502
Tasa de buque T-1 (€/día)	4,4075
Tasa utilización zona de tránsito T-6 (€/m ² ·día)	528

Además, debido a la complejidad de algunas de las maniobras que se deben realizar para garantizar que el producto llegue al consumidor final, es necesario contar con asistencia externa además del personal de las propias instalaciones, y que por tanto se deben tener en cuenta para obtener el coste total.



- Asistencia marítima

La maniobra de conexión/desconexión de las embarcaciones portadoras del GNL con cualquiera de las infraestructuras o consumidor final con las que realiza un intercambio de producto requiere de asistencia externa, pues el propio personal de la embarcación no sería capaz de realizar la operativa completa.

Entre estos servicios se considera necesario contar con los amarradores del puerto para asegurar la estabilidad de las embarcaciones para una operación segura, asistencia para la conexión/desconexión de los flexibles, entre otros.

Por tanto, para este servicio se estimó una cuantía de 10.000€ para el buque de suministro propiedad de Reganosa.

5.6 Costes por partidas

Se ofrecen en esta sección los costes de las diferentes partidas para cada uno de los escenarios.

Para la realización de los cálculos, se parte de la base de que una vez disponibles, las infraestructuras funcionan a plena capacidad:

- 40m³ para una cisterna
- 600m³ para la barcaza
- 10.000m³ para el buque de suministro

Lo que permite abaratar costes en los peajes, muy penalizados por el sistema gasista, y en el transporte.

5.7 Coste final por metro cúbico de GNL trasvasado

Se ofrece en esta sección el coste final por metro cúbico de GNL trasvasado:



Tabla 16. Coste total desde la Terminal de Mugaros hasta el cliente final

Costes totales de transporte										
Escenario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peajes (€/operación)										
Peaje Cisternas	49.829 €	3.744 €	3.744 €	3.744 €	3.744 €	-	-	-	-	-
Peaje Buque de Suministro	-	-	-	-	-	14.016 €	14.016 €	14.016 €	14.016 €	14.016 €
Logística (€/operación)										
Logística cisternas	6.876 €	6.876 €	6.876 €	6.876 €	6.876 €	-	-	-	-	-
Logística Barcaza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Logística Buque de suministro	-	-	-	-	-	2.009 €	2.009 €	2.009 €	2.009 €	2.009 €
Costes adicionales (€/operación)										
	1.000 €	1.000 €	2.000 €	6.000 €	6.000 €	10.000 €	10.000 €	15.000 €	12.000 €	15.000 €
TOTAL COSTES ESCENARIO (€/operación)	57.705 €	11.620 €	12.620 €	16.620 €	16.620 €	26.024 €	26.024 €	31.024 €	28.024 €	31.024 €
Costes totales										
TOTAL COSTES (€/m³)	115	80	37	33	45	52	83	52	40	43



6 Conclusión

La terminal “small scale” es la piedra angular que soporta la logística descrita en el presente documento por los siguientes motivos:

- Reduce el coste de suministro debido a la estructura de peajes del sistema gasista.
- Garantiza y asegura el suministro al consumidor final.
- Viabiliza las operaciones de entrega unitaria relevantes debido a la instalación inicial de dos depósitos de 500m³ sin tener que disponer para ello ni de una barcaza ni de un “feeder” o buque de suministro.
- Permite, mediante la estación de servicio, el suministro de GNL/GNC como combustible para transportes terrestres de forma sencilla y sin incurrir en grandes costes, ubicado en una localización que permita el público acceso.

La planta es primordial e indispensable para el aumento de la demanda identificada en el Informe de demanda del Hito 1, siendo el punto de partida para completar la conversión a GNL de maquinaria y transporte.

El orden asignado para adquisición de las diferentes infraestructuras responde al orden lógico que permite la reducción de los costes de transporte, al dotar al Puerto de Vigo de las instalaciones necesarias para almacenaje de GNL en las inmediaciones. De esta forma, y teniendo en cuenta como el sistema gasista penaliza las entregas unitarias, se dispone de un “buffer” que reduce la cantidad de GNL trasegada en un momento puntual, permitiendo su reparto a lo largo de un periodo de tiempo mayor.

Con el fin de proporcionar un abastecimiento eficiente a cruceros y Ro-Ro se ha establecido una capacidad inicial de la terminal “small scale” de 1.000m³. Desde un punto de vista operativo, también resulta recomendable ampliar la capacidad de la barcaza hasta 1.000m³ ampliando la capacidad máxima de suministro. Estas consideraciones son de vital importancia considerando que la demanda marítima se sustenta principalmente debido al abastecimiento de esta tipología de transportes marítimos y que las operaciones de suministro no pueden interferir con la operación comercial de los buques.

Por último, cabe destacar la posición privilegiada que le otorgaría al Puerto de Vigo ser pionero al apostar por una planta satélite como punto de suministro de GNL/GNC como combustible. Esto le permitirá afianzarse como punto de repostaje en las rutas marítimas que circula por el Corredor Atlántico.

