Technical and feasibility study for the adaptation of Sagunto's regasification plant to small-scale and bunkering services.

Deliverable 3.6

Fundación Valenciaport

Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas

2014-EU-TM-0732-S

D3.6– Technical and feasibility study for the adaptation of Sagunto's regasification plant to small-scale and bunkering services.

Due date of deliverable: 31/03/2020

Actual submission date: 31/03/2020

Start of project: 01 January 2014 Duration: 60 Months

Lead Contractor for this deliverable: SAGGAS

Revision: 1

Co-financed by the European Union
Connecting Europe Facility

Dissemination level		
PU	Public	
CO	Confidential, only for members of the consortium (including the Commission Services)	

Revision History

Deliverable Administration and summary		
Project Acronym: CORE LNGas Hive		INEA/CEF/TRAN/M2014/1026196
Document Identifier: D3.6 EV5 Adaptation of SAGGAS facilities_v2.docx		
Leading partner: Fundación Valenciaport		
Report version: 1		
Report preparation date: 31/03/2020		
Classification: Confidencial		
Nature: Technical and feasibility studies		
Author(s) and contributors: [authors]		
Status		Plan
		Draft
		Working
	X	Final
		Submitted
		Approved

The Core LNGas Hive consortium has addressed all comments received, making changes as necessary. Changes to the document are detailed in the change log table below.

Date	**Edited by**	**Status**	**Changes made**
31/03/2020	Josep Sanz (FVP)	Final version	

Copyright

This report is © CORE LNGas Hive Consortium 2015. Its duplication is allowed only in the integral form for personal use or for the purposes of research and education.

Citation

Pablo Noval, Josep Sanz (2020). D 3.6 – Technical and feasibility study for the adaptation of Sagunto's regasification plant to small-scale and bunkering services. CORE LNGas Hive consortium, **www.corelngashive.eu**

Acknowledgements

The work presented in this document has been conducted in the context of the action INEA/CEF/TRAN/M2014/1026196 CORE LNGas Hive. CORE LNGas HIVE is a 60 months project started on January 1st, 2014.

The project consortium is composed by: Enagás Transporte, S.A.U. (Enagás), Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Universidade de Santiago de Compostela (USC), ENTE VASCO DE LA ENERGÍA (EVE), Autoridad Portuaria de Barcelona - Port de Barcelona (APB), Port Authority of Cartagena (PAC), AUTORIDAD PORTUARIA DE FERROL-SAN CIBRAO (APF), Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras (APBA), Port Authority of Huelva (PAH), COMPAÑÍA ESPAÑOLA DE PETRÓLEOS S.A.U. (CEPSA), Regasificadora del Noroeste, S.A. (RdN), HAM CRIOGENICA, S.L. (HAM), BUREAU VERITAS IBERIA SLU (BVI), GUASCOR POWER SA (GP), IDIADA AUTOMOTIVE TECHNOLOGY S.A (IAT), FLOTA SUARDIAZ, S.L. (Suardiaz), ITSAS GAS BUNKER SUPPLY SL (ITSAS), COMPAÑIA DE REMOLCADORES IBAIZABAL, S.A. (IBAI), TERMINAL DE CONTENIDORS DE BARCELONA, S.L. (TCB), Terminal Catalunya, S.A. (TC), UTE REMOLCADORES DE BARCELONA-SAR, UNION TEMPORAL DEEMPRESAS, LEY 18/1982 (URB), ASTILLEROS ARMON, S.A. (AA), GAS NATURAL SDG, S.A. (GN), INSTITUTO ENERXÉTICO DE GALICIA (IEG), Fundación de la Comunidad Valenciana para la Investigación, Promoción y Estudios Comerciales de Valenciaport (Fundación Valenciaport) (FV), Planta de Regasificación de Sagunto, S.A. (PRS), MOLGAS ENERGÍA, SAU (ME), Autoridad Portuaria de Valencia (APV), SEAPLACE SL (Seaplace), BOLUDA CORPORACION MARITIMA S.L. (BCM), Autoridad Portuaria de Bilbao (APBi), RENFE MERANCÍAS S.A. (Renfe), Puertos del Estado (PdE), Dirección General de la Marina Mercante (DGMM), PORT AUTHORITY OF GIJON (PAG), Port Authority of Melilla (PAM), Santander Port Authority (SPA), Port Authority of Tarragona (PAT), Port Authority of Vigo (PAV), Port Authority of Santa Cruz de Tenerife (PASCT) and REN Gasoductos, S.A. (RENG).

More Information

Public CORE LNGas HIVE reports and additional information related with the project execution and results are available through CORE LNGas Hive public website at **www.corelngashive.eu**

Table of contents

1. Introduction 8
2. Compatibility assessment of the small LNG carriers 9
2.1. Scope 9
2.2. Moored Vessel 9
2.2.1 Objectives 9
2.2.2 Results 9
2.2.3 Conclusions and recommendations 13
2.3. Geometrical compatibility study for small scale LNG carriers 13
2.3.1 Objectives 13
2.3.2 Results 14
2.3.3 Conclusions and recommendations 16
2.4. Conceptual design of new LNG loading facilities 18
2.4.1 Objectives 18
2.4.2 Results 18
2.4.3 Conclusions and recommendations 20
2.5. Geometrical compatibility study for LNG bunkering operations 21
2.5.1 Objectives 21
2.5.2 Results 21
2.5.3 Conclusions and recommendations 23
3. Basic engineering for LNG Bunkering 24
3.1. Scope and Objectives 24
3.2. Description of the designed installation 24
3.2.1 General description 24
3.2.2 LNG main load line 25
3.2.3 Natural gas return line 26
3.2.4 LNG recirculation line 26
3.2.5 Control and instrumentation system 27
4. Financial feasibility study 28
4.1. Scope and objectives 28
4.2. Methodology 28
4.3. Results 29

List of tables

Table 1. LNG 2,000 m^3. Operational thresholds. 12

Table 2. Main elements of compatibility using the proposed mooring points 20

Table 3. No. of operations to supply the LNG expected demand 30

Table 4. Financial feasibility results 30

List of figures

Figure 1. LNG 2,000 m³. Mooring Layout 10
Figure 2. LNG 2,000 m³. Sea State Limit Curve. 11
Figure 3. LNG 2,000 m³. Wind Capability Rose with no wave action 11
Figure 4. LNG 2,000 m³. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.4 m, T: 4.0s. 12
Figure 5. Monte Arucas. LNG transference arms. 15
Figure 6. Monte Arucas. Fenders compatibility assessment. 15
Figure 7. Monte Arucas. Elevation and plan views mooring Configuration 16
Figure 8. General layout with proposed alternatives 19
Figure 9. RO-PAX 01. Fenders location. 22
Figure 10. RO-PAX 01. Mooring Arrangement. 23
Figure 11. General view of the projected installation 25
Figure 12. Total LNG demand per scenarios 29

1. Introduction

The project CORE LNGas HIVE, presented and approved in the 2014 Transport Call of proposals of the CEF program, aims at supporting the deployment of LNG infrastructure for maritime transport and ports operations along the Spanish and Portuguese sections of the Atlantic and Mediterranean Core Network Corridors in line with the corresponding Corridor Work Plans. The project includes a series of studies and pilots that focus on the use of LNG in several Spanish and Portuguese ports. One of the subactivities to be carried out in the framework of the project consist on the feasibility studies required to determine the best option (from both the technical and the economic point of view) to supply LNG for bunkering and small scale distribution from SAGGAS facilities located in the Port of Sagunto. This deliverable gathers the main results of all the studies carried out, including:

- Four studies to analyses the compatibility of the existing infrastructure to the LNG fleet
- Engineering study of the adaptation of the plant
- Financial feasibility study of the required investment

The deliverable includes executive summaries of all the studies and incorporates, as annexes, the complete reports of all the studies carried out.

2. Compatibility assessment of the small LNG carriers

2.1. Scope

SAGGAS LNG Regasification Terminal, in Sagunto's Port, has been handling LNG Carrier unloading operations since 2006 up to now. The terminal was upgraded in 2013 in order to allow loading operations. The design LNG carrier fleet compatible with the terminal ranges from 30.000 m^3 to 260.000 m^3. In a new potential bunker LNG market, small LNG carriers will realize an important paper to supply the possible plants satellites in the ports or even to supply directly barges of LNG. Due to this, the main objective of this section is to study the compatibility in SAGGAS's existing jetty of this kind of ships.

For this purpose, the terminal has developed the following studies aimed at assessing the feasibility to develop this new business based in the LNG bunkering and small scale LNG market field:

- Moored Vessel
- Geometrical compatibility study for small scale LNG carriers
- Conceptual design of new LNG loading facilities
- Geometrical compatibility study for LNG bunkering operations

2.2. Moored Vessel

2.2.1 Objectives

The aim of this study is to carry out a dynamic analysis of the vessels moored for small LNG carriers operational fleet. The analysed fleet is composed of small scale LNG carriers which capacities range from 2,000 m^3 to 20,000 m^3.

For above mentioned purpose, the numerical model OPTIMOOR Version 6.2.9 developed by Tension Technology International Ltd. has been used, aimed at reproducing the behaviour of a specific moored ship under local conditions of wind, waves and current. The ship motion equations are solved in 6 degrees of freedom (surge, sway, heave, roll, pitch, yaw), in the frequency domain, with no limitations for motion amplitudes.

The amplitudes of the vessel motions have been evaluated along with the loads transmitted to the mooring and berthing equipment under the combined action of the most representative metocean parameters at the considered location.

2.2.2 Results

Under the action of environmental forces, caused by the waves, the wind and the tides, the ship will undergo certain motions, since an absolutely stiff mooring system is not feasible. Depending on the type of ship and the operation to carry out, the acceptable operational limits can be defined.

The analysis carried out has been planned in order to establish a set of recommendations about the operation and permanence environmental limits of the potential new LNG target fleet at berth.

The operational limits are based on safety criteria on the performance of the mooring and berthing system for the particular vessel under a certain action of wind and waves. In this particular case the main criteria for threshold establishment has been the tension on the mooring lines. In order to provide conservative results (as considered for this feasibility study) operational threshold of mooring lines has been set as 40% of Minimum Breaking Load.

As exposed before, the main objective of the present study is to provide a recommendation on the metocean thresholds for operation and permanence of ships at berth. In this sense, the analysis has been developed by means of different sweeps of the following wind and wave conditions in the numerical model OPTIMOOR:

1. Significant Sea State Limit Curve
2. Wind Capability Rose
3. Wind Limit Rose with maximum wave

For each of the LNG carriers considered within the new potential target fleet, the results of the wave and wind sweeps developed have been obtained. These results from the wave and wind sweeps are shown together with a table containing the recommended operational thresholds for each case.

The following example shows the results obtained for one of the vessels considered, in particular, a Small LNG Carrier (Figure 1) with 2,000 m^3 of capacity.

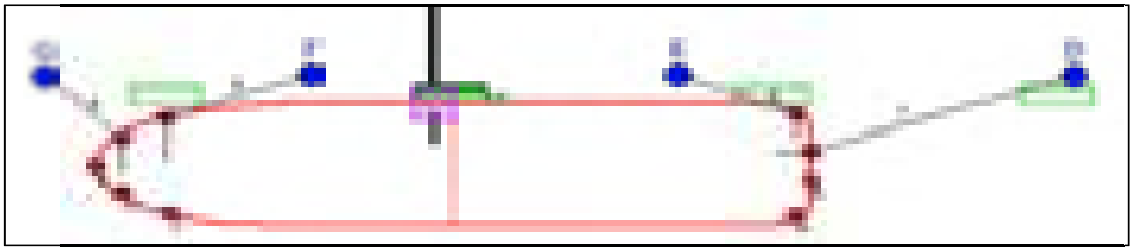


Figure 1. LNG 2,000 m^3. Mooring Layout

A sea state is characterized by the combination of three wave parameters: significant wave height, mean (or peak) wave period, and incidence direction.

Sea state limit curve (Figure 2) is a graph of limiting significant wave height vs. the wave mean period, while wind parameters (speed and direction) and wave direction are kept constant. The colour-coded lines plot the sea states at which the specified limit is exceeded.

The Longuest-Higgins spectrum that defines the wave distribution of energy with frequency has been adopted for the OPTIMOOR simulations. In this particular case, only longitudinal wave has been considered to be able to reach the berthing facility. Additionally, and in order to assess the effect of waves alone, have been developed in the absence of wind.

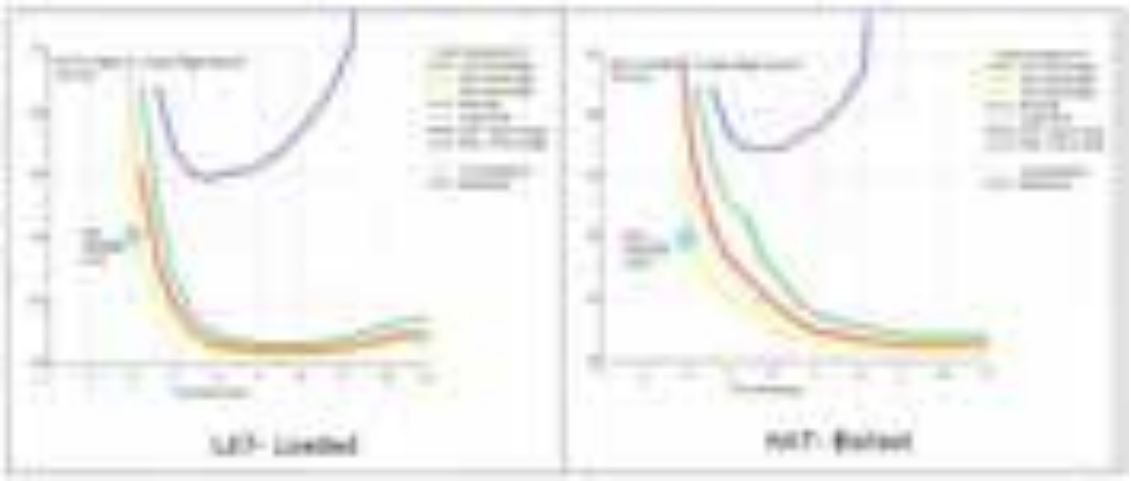


Figure 2. LNG 2,000 m³. Sea State Limit Curve.

Secondly, wind limit rose (Figure 3) is a polar graph of limit wind velocities vs. wind direction, while wave parameters are kept constant. The results are presented graphically as a rose and the colour-coded lines plot the wind speed at which the specified limit is exceeded.

The percentage line limits (typically 55%, 50% and 40%) are related to different lines (red, orange and yellow, respectively) in different wind directions, and whichever is most highly loaded is identified by a succession of small red numbers (mooring lines id number). The maximum wind for surge, sway, bollard and fender loads are indicated in blue, purple, blue, light green lines on the plot.

The wind limit for the equilibrium (black line) represents the maximum wind for which OPTIMOOR converges to an equilibrium position. In order to isolate the wind effect on the moored vessel behaviour a first wind sweep has been undertaken considering no wave presence.

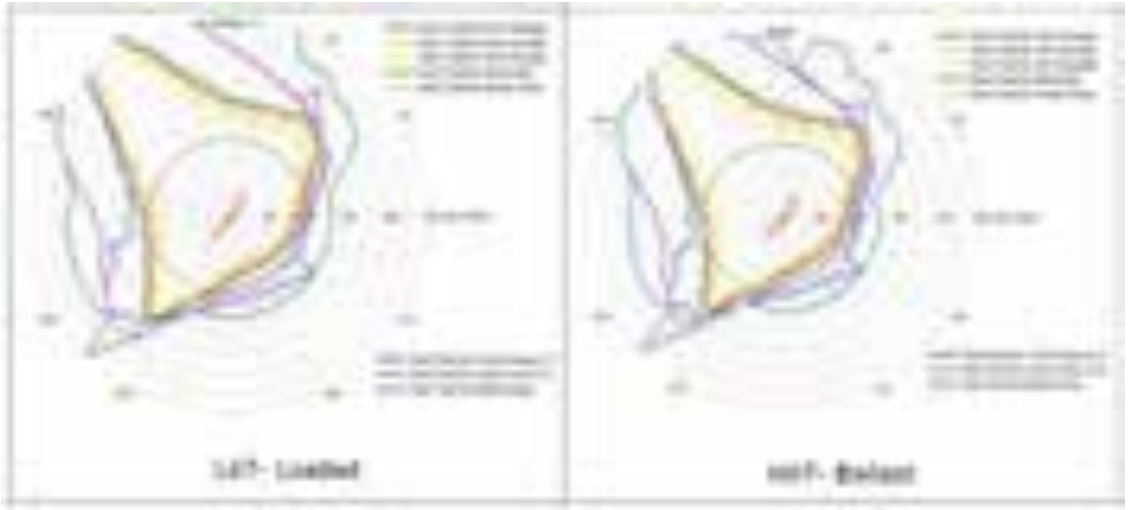


Figure 3. LNG 2,000 m³. Wind Capability Rose with no wave action

In the end, the result presented is similar characteristics to those explained with wind capability rose above.

The particularity capability roses of this result is that this will be affected by wave action. Wind represented have been obtained including the maximum wave height and peak period combination that showed a favourable behaviour without reaching any of the operation thresholds. The aim of this simulation is to evaluate how the presence of a certain wave condition affects wind thresholds.

In this case, the wave height is 0.4 m and the mean (or peak) wave period is 4 seconds (Figure 4).

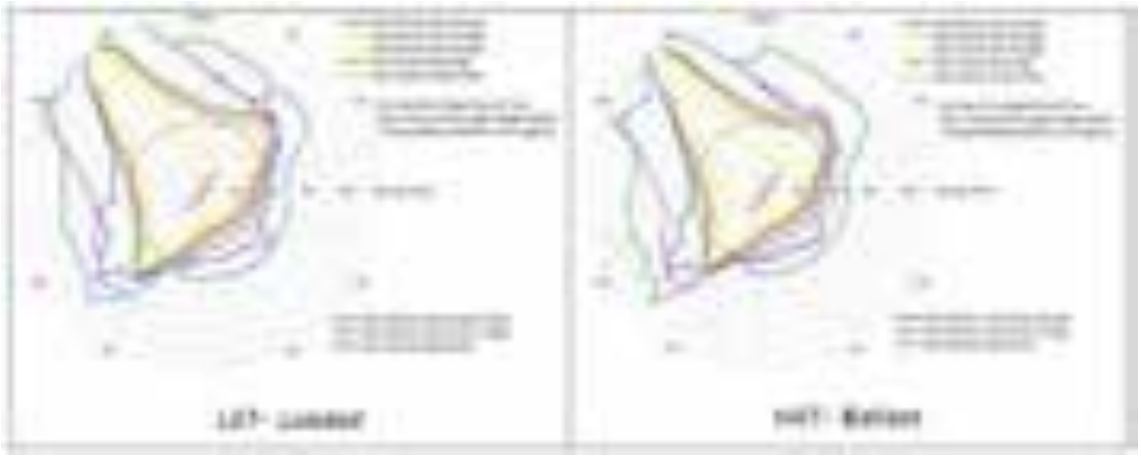


Figure 4. LNG 2,000 m³. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.4 m, T: 4.0s.

From the 3 cases analyzed following results are obtained (Table 1):

Table 1. LNG 2,000 m³. Operational thresholds.

2.2.3 Conclusions and recommendations

After the dynamic moored vessel analysis carried out for all nine ships included within the small scale LNG target fleet following main conclusions can be drafted regarding expected mooring conditions:

- Small LNG carriers with storing capacities in the range of 2,000-20,000 m^3 show acceptable morning behaviour according to the expected prevailing metocean conditions at the existing Saggas' marine terminal.
- Downtime operability rates regarding wave isolated action is expected to be lower than 5%.
- Downtime operability rates regarding wind isolated action is expected to be lower than 5%.

Despite the good results obtained from the moored vessel analysis it has to be noticed that all available data regarding small scale LNG vessels correspond either to project vessels not built or existing vessel already operating in particular areas (Baltic Sea, Indonesia, etc.). Therefore, the analyzed fleet should not be considered as generic ships and obtained results cannot be applied to any other vessel with similar capacities.

The existing marine facilities at Saggas LNG terminal count with very favourable conditions, in terms of structure features as well as mild metocean conditions, in order to be compatible with a wide range of LNG carriers with acceptable operability rates. Nevertheless, any particular vessel intended to develop loading or unloading operations at Sagunto will need to be subject to a particular compatibility and mooring analysis, especially it this particular carrier is out of the range of the original design fleet.

2.3. Geometrical compatibility study for small scale LNG carriers

2.3.1 Objectives

SAGGAS LNG Regasification Terminal, in Sagunto's Port, has developed a set of feasibility studies aimed at assessing the feasibility to develop a new business based in the LNG bunkering and small scale LNG market field.

In order to find out the best alternative for the reception of the new potential target fleets: small LNG carriers (1,000-20,000m^3) and bunkering takers in the SAGGAS LNG Regasification Terminal, two different options are being analysed:

- Option 1. Use of existing LNG carrier's reception facilities
- Option2. Construction/adaptation of new or available piers at the Port of Sagunto.

In this sense, this study is part of Option 1 and its objective is to carry out the Geometric Compatibility Study in order to establish the adequacy of a new fleet of small LNG carrier fleet to undertake loading operations at the terminal's existing facilities.

The scope of works of the study includes the asses of the compatibility level between the new target fleet and the following operational elements: LNG transfer arms, fender system, mooring system and gangways.

Once this complete analysis has been carried out, the representative ships of the Small LNG fleet that could be compatible with the Sagunto Terminal are determined, and the appropriate modifications are made to the geometric compatibility software developed by PROES Consultores, S.A. and which is currently in use at the Terminal for the LNG design fleet of this Terminal. The following actions were carried out:

- Incorporation into the current database of the software the mini-methane carriers
- Adjustment of the calculations made and the format of the results for the new fleet of mini-minimeters
- Carrying out simulations of moored ship behaviour for the representative fleet of mini-metaners, thus knowing the limitations in climatic conditions
- Adaptation of documentation generated as result annexes in software geometric compatibility simulations

With these modifications made to the software, it is now possible to perform the geometric compatibility analysis automatically with the compatibility software developed by PROES.

2.3.2 Results

An individual compatibility study for each vessel is performed. For each one, necessary geometric checks are shown in order to establish the compatibility of each vessel with the terminal at Sagunto, through the following elements:

- LNG Transference arms
- Fenders System
- Mooring Equipment
- Access gangways

Concerning the tugboat, only the fender and mooring system is developed because of its specific characteristics.

The following is an example of the results obtained for one of the vessels considered, in particular, the *Monte Arucas*.

As shown in the Figure 5 about the Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms, the ship's manifold flange and the rectangle of its possible displacements are not completely inside the working envelope of the transfer arms for loaded and lowest tide combination. Therefore, Monte Arucas carrier is considered not compatible with the existing transference arms at Sagunto terminal.

Figure 5. Monte Arucas. LNG transference arms.

As for the Geometrical Compatibility with Fenders, as it is shown in the following Figure 6, sufficient contact with the parallel body and the fenders is achieved in ballast and high tide combination. For the loaded and low tide situation there is lack of contact between fenders and the parallel body. Therefore, the Monte Arucas vessel is not compatible. Different measures should be considered in order to make this vessel compatible.

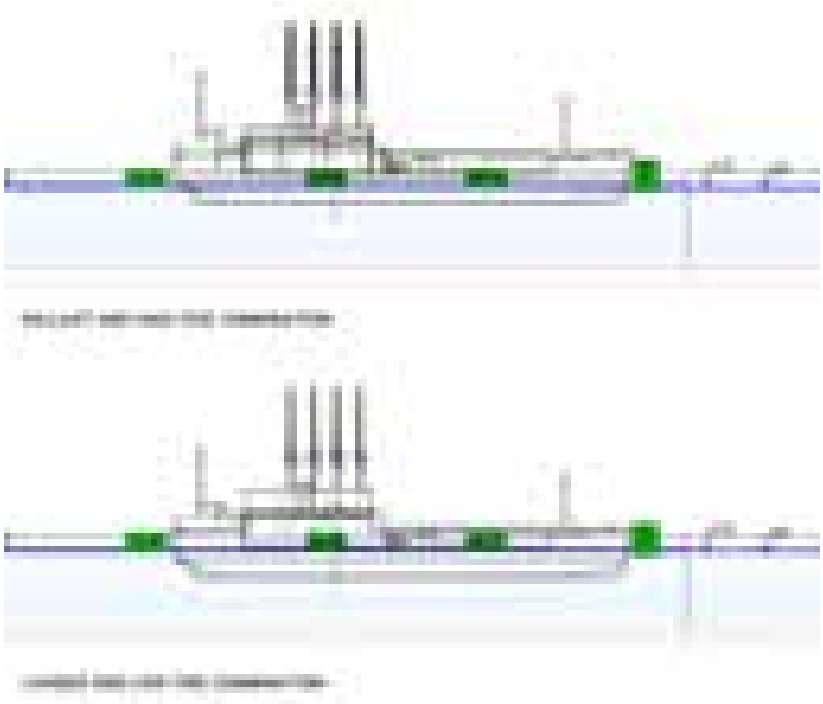


Figure 6. Monte Arucas. Fenders compatibility assessment.

The mooring configuration for this vessel as it is shown in the Figure 7 lacks of symmetry between their lines. In addition to this, it should be noted that stern line is moored to a QRH initially designed for spring lines; therefore, the orientation of

said unit would not allow the proposed mooring arrangement without carrying out a re-orientation of hooks.

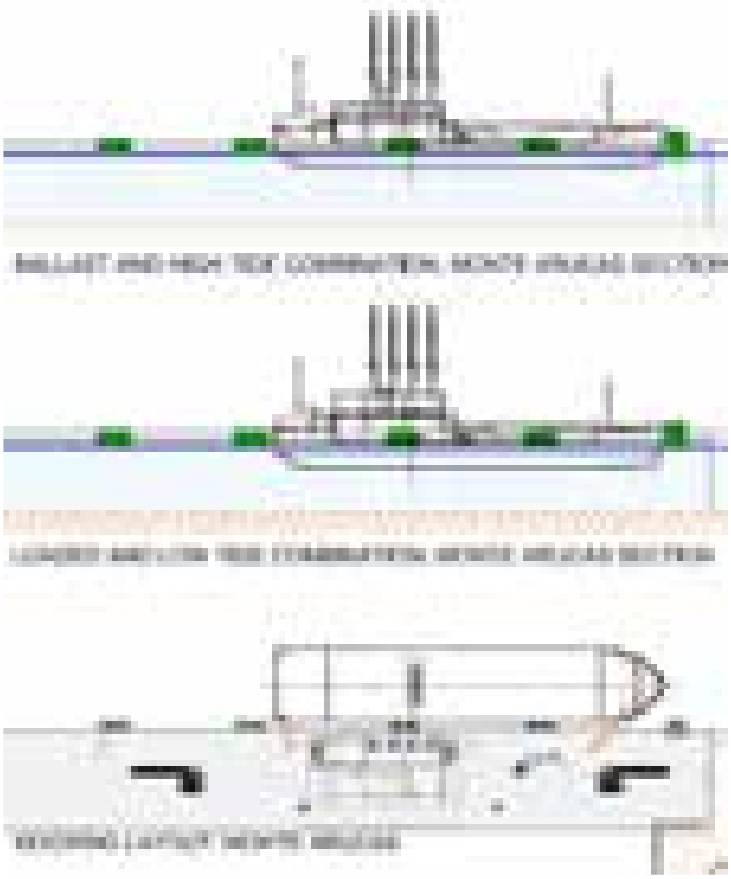


Figure 7. Monte Arucas. Elevation and plan views mooring Configuration

Finally, the geometrical compatibility with access gangways was analysed. The main deck of the vessel is outside of the working envelope of the stern gangway. Regarding the head gangway, a little part of the main deck could be covered but it is not confirmed if there is enough space to deploy the gangway in this part of the main deck of the ship.

Therefore, Monte Arucas carrier is not likely to be compatible with existing access gangways in Sagunto Terminal. The compatibility with its own stern gangway should be confirmed.

2.3.3 Conclusions and recommendations

After the geometrical compatibility study carried out for a target fleet of small scale LNG vessels with storing capacities ranging from 2,000-20,000 m^3 at the existing LNG ship reception facilities in Sagunto Maritime Terminal, following conclusions can be drawn up:

LNG Transfer Arms

According to the results, only LNG ships equipped with manifold flanges located at minimum level of 12.29 m above loaded waterlines will be compatible with the

existing LNG transference arms at the terminal. Most of the vessels analysed have resulted compatible because of the double level of the flange for LNG provision.

For the three smallest carriers, the LNG transfer arms working envelopes result not compatible with their manifold. The main reason of this is because the existing terminal was designed to allow big LNG carriers and the dimensions of these studied vessels are much smaller in terms of its loaded and ballast depth. Therefore, measures should be implemented in order to make compatible these vessels.

Fender System

In general terms, contact between fenders and parallel bodies is favorable for the majority target fleet studied. Despite the fact that most of the fleet is compatible, special attention shall be paid to the results of further studies, specially regarding the dynamic moored vessel analysis as some of the possible fender layouts show some degree of asymmetry along the flat sections of the ships' hulls.

As with the LNG transfer arms, also for the fender system there are compatibility problems with the smallest vessels. In this case, the minimum distance recommended by ROM 2.0-11 guidelines between fenders is not fulfilled and there is also lack of sufficient contact with their parallel bodies and the shields of the existing fenders. Thus, actions should be carried out in order to make compatible these vessels regarding fenders system.

Mooring System

In accordance with available information, the small LNG fleet analysed can be moored with 4 to 8 mooring lines starboard side.

LNG carriers below 6,500 m^3 are only provided with four mooring lines, hence, their mooring arrangement is proposed to be configured by means of two spring lines and two head and stern lines. However, this proposed layout cannot be achieved with the available mooring equipment at berth. In this sense, the only alternative possible mooring arrangement would be materialized by means of double springs.

The remaining analyzed fleet allow for eight mooring line arrangements by means of two pairs of springs moored to the inner QRHs at platform and two pairs of head/stern or breast lines moored at inner QRHs at pier.

In principle, after developing geometrical checks of the mooring arrangements, no relevant interferences between the edge of the berthing structure and the mooring lines of the vessels are expected for LNG carriers beyond 6,500 m^3. For the smallest ones some clashing could take place and therefore, protection of the edge with wood or elastomeric pieces could be recommended.

Access Gangways

In general terms, the compatibility of the small LNG fleet studied and the existing ship-shore access equipment at the terminal, has resulted positive for ships beyond 6,500m^3, especially with the aft gangway.

For the particular case of the smallest ships, the incompatibility with the existing gangways is related with the plan envelope when the ship is aligned manifold to vapour arms. However, in the case that these smallest section of the fleet is finally decided to become part of the operative fleet, an additional LNG transference system

will need to be installed (most probable flexible hoses), hence, if the location of this new equipment is decided to be aft-wards from the existing, the compatibility of ship and gangway may be achieved.

As is has been explained, some actions are proposed to make compatible the vessels. Summarizing, the equipment proposed is the following:

- 4 double quick release hooks for both spring and head/stern lines
- 2 new fenders between the existing ones in order that their separation is compatible with the proposed design fleet.

2.4. Conceptual design of new LNG loading facilities

2.4.1 Objectives

Two different options have been analyzed in order to find out the best alternative for the reception of the new potential target fleets in Saggas LNG terminal, which are: use of existing LNG carriers reception facilities or construction/adaptation of new or available piers at the Port of Sagunto.

This study aims to analyse of alternatives carried out in order to find out the best location for the establishment of a new jetty, according to second abovementioned option. Once decided the best location a conceptual design of the works to be undertaken for the provision of the new LNG supply activity facilities is made. For this purpose, this study has a first part where the study of alternatives is developed and a second one where the geometrical compatibility study has been done.

In this sense, the new jetty will have the following functions:

1. Reception of small scale LNG carriers (with capacity lower than 20,000 m^3).
2. Bunkering operations for a wide range of vessels; sea cruisers, Containerships, Ro-Ro), etc.

2.4.2 Results

For the new facilities two main alternatives have been considered. The following Figure 8 shows the situation of both alternatives and the location of the existing jetty:

Figure 8. General layout with proposed alternatives

An evaluation study has been established in order to find the best alternative for the new facilities. Some of the proposed evaluation criteria are for example available water depth, manoeuvrability and mooring, construction cost and project duration.

After the study of alternatives, it is concluded that the establishment of a new facility for LNG bunkering and LNG small carrier operation takes place preferably developed in the existing South West Quay of Sagunto Port rather than on the South breakwater.

Considering infrastructure issues, the higher closeness that shown the alternative of the breakwater does not compensate the need for the construction of a whole berthing structure.

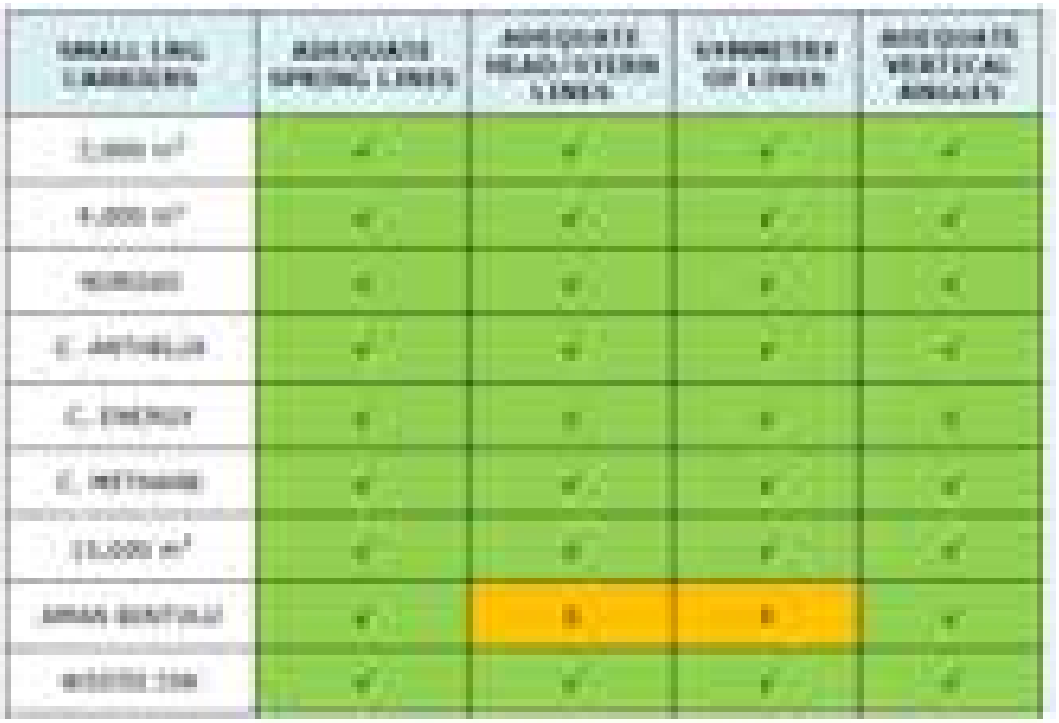
In terms of harbour operation and safety the recommendation lays on the use of an already existing berthing line in an inner basin when compared with the development of a new facility in the margin of the main navigation channel for port access.

The main results of the geometrical compatibility study are following items:

- Position bollards
- Ultimate strength verification at fenders.
- System Fenders
- LNG transference point location
- Design fleet mooring arrangement

For each vessel of small scale LNG carriers, a layout of the mooring lines with the new mooring points has been carried out. As result from the proposed new layout for all small scale LNG carriers the following Table 2. shows the improvement achieved with the new proposed mooring points:

Table 2. Main elements of compatibility using the proposed mooring points



Where; √ is acceptable and X is improvable.

2.4.3 Conclusions and recommendations

The study has focused on the conceptual design of the new facilities that are designed to provide a bunkering service at Sagunto Port.

The general conclusions obtained are described below.

Berthing System

Regarding interface fenders-parallel body of the design fleet, no relevant incompatibilities are expected neither with small scale LNG carriers or bunkering vessels fleet. Therefore, the current fender system is effective for berthing and there is an adequate contact between parallel body and fender system. Regarding the berthing operation, it would be desirable to install fenders in between three pair of existing fenders to assure the integrity of the smallest LNG carrier (2,000 m^3).

Mooring System

The mooring layouts have been studied separately. For small scale LNG carriers all the vessels do not fulfil OCIMF and ROM 2.0-11 recommendations using the existing bollards. The main issues are related with head/stern lines angles and longitudes of spring lines. For bunkering vessels lines are longer and for most of the cases, mooring layouts are acceptable under a compatibility point of view.

In further stages of the project, it will be desirable to have more accurate information about the vessels arriving at Sagunto´s Port in order to stablish the real limitations which may occur. However, according to the results of the study, some modifications could be implemented in order to improve safety conditions for potential future target fleets:

- **New fenders between the existing ones**. According to ROM 2.0-11 recommendation, two new fenders should be installed between the existing fenders of the LNG transference point and in the space of the adjacent pair of fenders. The characteristics of the fenders to be installed can be similar to the existing ones, which are the following: Fender SC1150H and shield dimensions: 2.00 m length and 1.5 m width.
- **Implementation of Quick Release hooks/bollards for the new mooring points.** Regarding mooring layouts, in general terms for bunkering vessels no incompatibilities are expected. The main proposed action is to implement similar bollards to the existing ones at each side of the LNG transference point in order to avoid the interaction between stern spring lines and hoses.
  Concerning small scale LNG fleet, it would be desirable to implement new mooring equipment for this particular fleet.
  ISO 28460 stablishes that for LNG carriers, quick release hooks shall be installed as mooring equipment for this fleet. If other options are considered, like the installation of bollards instead of quick release hooks, further studies should be carried out.
- **Schedule.** Regarding the time needed for the implementation of the mentioned actions, it is likely that the new equipment could be installed within a two or three months schedule, always taking into account that the study is focusing only in the nautical equipment.

Summarizing the equipment proposed is the following:

- 4 triple quick release hooks for the breast or head/stern lines
- 4 double quick release hooks for the spring lines
- 3 new fenders between the existing ones in order that separation between fenders is compatible with the proposed design fleet of small LNG carriers.

2.5. Geometrical compatibility study for LNG bunkering operations

2.5.1 Objectives

The aim of this study is to develop the Geometrical Compatibility Study in order to establish the feasibility of a potential fleet of LNG powered ships (new built of re-converted) to be served at the existing facilities of SAGGAS regasification plant.

Scope of works of the study includes the asses of the existing mooring and berthing equipment at the marine terminal in order to properly serve as mooring and berthing equipment for the potential reception fleet.

2.5.2 Results

A list of different vessel typologies has been provided as considered to be potential users of a future LNG bunkering supply facilities. Very little information is available in terms of the particular conditions of these vessels for LNG intake; therefore, this study has been based on general assumptions on the typical morphology of the different members of the potential fleet, composed by following traffics:

- Tugboat.
- Ropax.
- Ro-Ro´s
- Car Carriers
- Containerships

The results obtained for a vessel of type Ropax 01 with a total length of 224 m are shown below as an example

First, the Geometrical Compatibility with Fenders was analysed (Figure 9). Available data on the Ro Pax 01 ship lack of information on the parallel body. Therefore, fender compatibility has been analyzed considering flat section of hull according to ship's cross section drawings. Result has been considered compatible in terms of contact between the parallel body and fenders in the existing terminal at Sagunto.

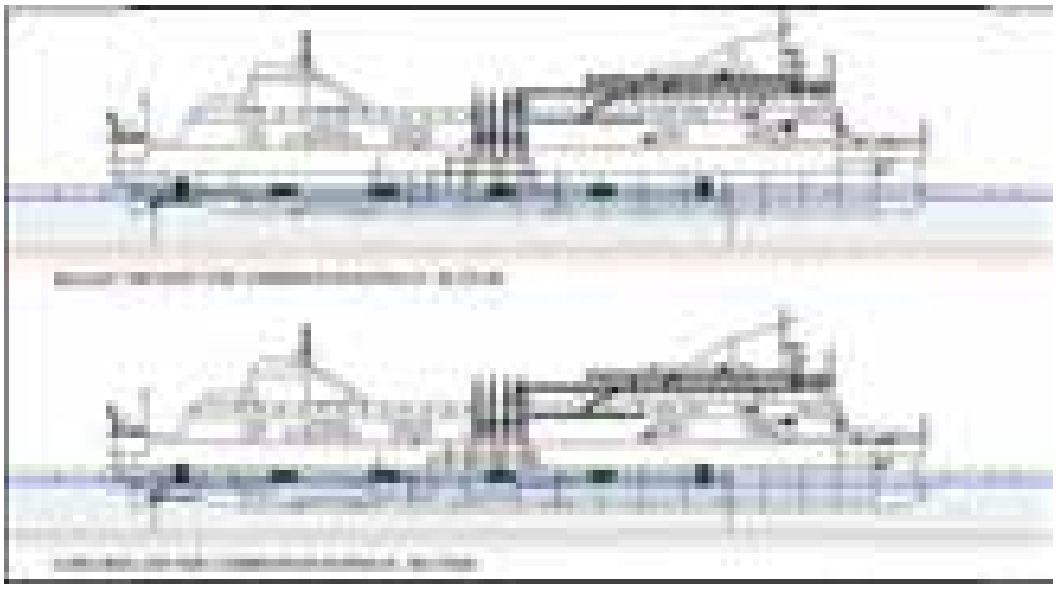


Figure 9. RO-PAX 01. Fenders location.

The Geometrical Compatibility with Mooring System was also obtained (Figure 10). Mooring configuration was arranged as symmetrical as possible with the available equipment. It consists of two pairs of springs, two head lines and two stern lines.

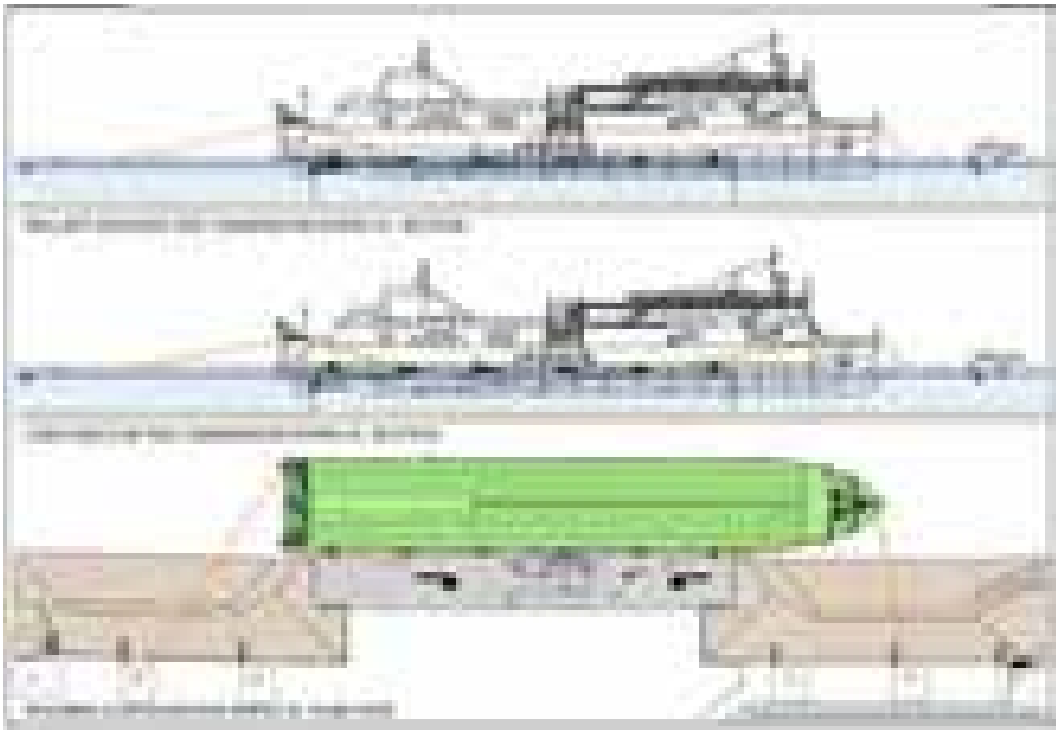


Figure 10. RO-PAX 01. Mooring Arrangement.

2.5.3 Conclusions and recommendations

Results obtained from the compatibility study have shown that considering a berthing location of the ships centered in the existing berthing face, all mooring and berthing arrangements are acceptable in terms of geometrical compatibility and, accordingly, good mooring response is expected.

However, it is to be noticed that most probably, LNG bunkering intake flange will be in some point along the aft part of the vessels. Hence it is expected that the LNG loading point would be located somewhere at the south extreme of the working platform. This would cause that, on the one hand, vessels face an asymmetry on their mooring equipment with respect to the mooring points at berth and, on the other hand, those vessels longer than 160 m LOA will be asymmetrically berthed leaving a relevant area of their fore part not supported by the berthing equipment.

As a general conclusion, it could be stated that, in principle, the existing marine terminal of Saggas regasification plant is not the recommended berthing facility for the supply of a potential LNG bunkering service, especially considering the number of remaining uncertainties about the receiving fleet and its characteristics.

A multipurpose design pier would be more appropriate in order to achieve a higher level of flexibility on the type and size of the ships to be held.

3. Basic engineering for LNG Bunkering

3.1. Scope and Objectives

The purpose of the Basic Engineering study for LNG bunkering is to develop a basic engineering design package for the adaptation of SAGGAS' facilities for the supply of LNG at the quay. To this end, the ship's LNG loading system is developed and the specified means of transfer to the ship are considered.

In particular, two new lines were planned at the SAGGAS plant, within the loading and unloading jetty itself, initially planned as follows:

- An 8" LNG supply line, with a capacity of 771 m^3/h, connected to the 36" LNG main collector by means of an 8" HOT TAP.
- A 6" Boil-off recovery line connected to the 20" LNG main manifold through a 6" HOT-TAP.

Both lines have the consequent service/utilities lines, securities, flow meters, signals, etc., and end in flanges on the edge of the pontoon, ready to connect the LNG fuel transfer system to the bunkering barge, but at a lower level than usual for large methane tankers, thus adapting to the characteristics of the bunkering barge.

These facilities have been designed with the aim of flexibility and versatility, so that in the future they can be easily extended to carry out bunkering operations from other points on the pontoon and to a varied range of vessels currently being planned in Spain, and bunkering operations if necessary.

3.2. Description of the designed installation

3.2.1 General description

The installation that is the object of the project (Figure 11) includes from the connection flanges of the future ship loading hoses (excluding these), to the connection with the LNG and gas return manifolds of the installation that links the methane tanker unloading arms with the Regasification Plant. The control part is also contemplated, as well as the connections with the terminal's ESD safe stop system.

The installation mainly comprises independent installation lines: ship LNG loading line, ship gas return line and recirculation line for cooling the main loading line.

Figure 11. General view of the projected installation

3.2.2 LNG main load line

The main LNG loading line connects to the 36" manifold that links the three loading arms of the methane tanker with the plant's LNG tanks. This line is connected to the 8" LNG recirculation line for cooling (8"), and the aim is to take advantage of the circulation system pump, with a maximum flow of 771 m^3/h to load the ships.

This circulation is possible by means of the pumps arranged in the loading terminal and which are not the object of this project.

From the 36" line (LG-1004-36") a derivation is taken out by connecting an 8" HOT TAP. In order to make the connection, it is necessary to install a ball valve, with full flow, which allows the manoeuvring and assembly of the machinery necessary to make the HOT TAP. This valve will always remain open, as it is used exclusively for drilling work.

The LNG line for ship loading has been calculated for a diameter of 8" following the document "Process design bases" provided by SAGGAS, where the most restrictive criteria is the maximum speed in the pipes of 6.1 m/s, whose calculations are detailed in Annex Nº 4: Calculations and design.

In this line, different equipment has been arranged for the correct operation and to be able to operate in a safe manner. The following main elements are available, which are defined in greater detail in Annex No. 3: Process engineering.

- Valve XV 001

- Coriolis mass flow meter
- Valve FV 001
- Valve SP 001
- Hose connection
- Safety valves
- By-pass
- Nitrogen Connection

3.2.3 Natural gas return line

The LNG return line is connected to the manifold of the methane tanker's gas phase arm in the line (NG-10012-20"), prior to the tank 10-V-01. This line allows the emptying of the gas from the ship's tanks during the unloading operation, to allow the loading of the LNG without pressure increase. The connection will be made by means of a 6" HOT TAP. In order to make the connection it is necessary to install a ball valve, of total flow, that allows to make the manoeuvre and the assembly of the necessary machinery for the accomplishment of the HOT TAP. This valve will always remain open, as it is used exclusively for carrying out the work.

The gas return line of the vessel has been dimensioned with a diameter of 6", following the document "Process design basis" provided by SAGGAS, where the most restrictive criteria is ΔP = 0,6% or ΔP = 0,565bar/100m, whose calculations are detailed in the corresponding annex.

In this line, different equipment has been arranged for the correct functioning of the operation and to be able to operate safely. The following main elements are available:

- Valve XV 002
- Coriolis mass flow meter
- Hose connection
- Safety valves
- Nitrogen Connection

3.2.4 LNG recirculation line

The LNG loading line is connected to the methane tanker discharge manifold (LG-10004-36") and is also connected to the LNG recirculation line (LG-20043-8") for cooling of the discharge pipes.

This line allows a part of the LNG flow to be recirculated through the loading pipes, to cool them prior to ship loading work. To enable recirculation, the ship loading line (LG-50001-8") is connected to the gas return line (NG-50007-4"), by means of the line (LG-50006-1"). A manual ball valve is installed to close the flow between lines when not cooling. This operation is manual.

The connection line between the gas supply and return lines is sized to 1" diameter. In this line, different equipment has been arranged for the correct operation and to be able to operate safely, specifically a ball valve.

3.2.5 Control and instrumentation system

The operation of the installation is carried out from the Distributed Control System (DCS) existing in the facilities. The characteristics defined for the signals, the power supply and the possible failures are detailed in Annex Nº5 of the Engineering Report (Annex 5 of the deliverable)

The operation of the plant will be carried out from the main control room. The installation has:

- Temperature transmitters
- Pressure transmitters
- Flow Transmitters
- Gas detectors
- Flame detectors
- Spill detectors
- Solenoids for actuated valves
- Solenoids for valve position sensors

A cause-effect matrix has been developed of the installation so that it can be integrated into the general matrix of the plant. The matrix relates the operation of the valves connected to the ESD system to the signals received from the installed sensors and detectors.

4. Financial feasibility study

4.1. Scope and objectives

The main objective of this study is to analyse the economic aspect involved in adaptation, including a demand study of the potential users in the Port of Sagunto and a Cost-Benefit analysis of the investment required to provide that service.

4.2. Methodology

The study firstly determines the expected potential demand of LNG to be used as bunker fuel. The final purpose of the analysis is to predict the amount of LNG which is foreseen to be bunkered from SAGGAS facilities. It is assumed that LNG will be provided using a bunkering barge that will be filled from SAGGAS regasification plant. As a consequence, the area of influence of the LNG supply facilities will be that considered as reasonable for a bunkering barge which, for this study, will include the vessels calling at the Ports of Valencia, Sagunto, Castellón, Gandia and Denia. The vessels calling at the area of influence of the SAGGAS plant have been further categorised into types of traffic. Each of the groups have been analysed using a different methodology that takes into account the characteristics of each type of traffic. The following categories have been used in this work:

- Short Sea Shipping Regular Lines
- Interoceanic Regular Lines
- Tramp services
- Cruises

Following a scenario qualitative methodology, three different scenarios have been designed: Baseline, Optimistic and Pessimistic. The aussumption considered for each scenario are extensively described in Annex VI.

The methodology used in the financial analysis of the adaptation of the bunkering station in Sagunto follows the basic principles outlined in the Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects by the Evaluation Unit of the European Commission Directorate General of Regional Policy (European Comission, 2015). In particular, the financial analysis methodology used in this guide is the Discounted Cash Flow (DCF) method, where the following rules should be adopted:

- Only cash inflows and outflows are considered in the analysis
- The financial analysis has been carried out from the point of view of the infrastructure owner
- An appropriate Financial Discount Rate (FDR) is adopted in order to calculate the present value of the future cash flows
- Project cash-flow forecasts should cover a period appropriate to the project's economically useful life and its likely long term impacts
- The analysis should be carried out net of Value Added Tax (VAT), both cost and revenues
- Direct taxes are not considered for the calculation of the financial profitability

The project overall financial performance has been measured by the appropriate financial performance indicators: Financial Net Present Value (FNPV) and the Financial Rate of Return (FRR), expressed in monetary values, has been obtained in order to measure the effects of the intervention. These indicators have been calculated after the determination of the investment costs, operating costs and revenues. The financial net present value of investment and the financial rate of return of the investment compare investment costs to net revenues and measure the extent to which the project net revenues are able to repay the investment, regardless of the sources or methods of financing.

The investments required for the analysis have been obtained from the results of the compatibity studies (annexes I to IV), the engineering study (annex V) and inputs provided by SAGGAS.

4.3. Results

The following figure includes the estimated LNG demand at SAGGAS facilities for the three scenarios considered:

Figure 12. Total LNG demand per scenarios

The total demand can also be measured in terms of number of operations, hat depends on the capacity of the barges that can be used in Saggás. The potential demand in terms of oprations for the three types of barges considered in the study (600, 5,000 and 7,500 m^3 is shown in the following table (demand per year).

Table 3. No. of operations to supply the LNG expected demand

		SCENARIO					
		BASELINE		PESSIMISTIC		OPTIMISTIC	
	Year	2020	2050	2020	2050	2020	2050
Capacity of the barge (m^3)	600	22	97	21	38	808	1679
	5,000	3	12	3	5	97	202
	7,500	2	8	2	3	65	135

In the following table the results of the financial feasibility study are shown, according to the costs and incomes detailed in annex VI. The project is feasible when the Internal Rate of Return (IRR) is greater than zero. For the baseline scenario, the project is not feasible even though the results improve when larger barges are considered. In the optimistic scenario the installation is feasible and the pay-back will be reached sooner for larger barges. In the case of the most pessimistic conditions, the results are similar to the baseline scenario. The same conclusions are obtained if the Net Present Value (NPV) is analysed.

Table 4. Financial feasibility results

	Baseline - 600 m3	Baseline - 5000 m3	Baseline - 7500 m3
NPV (Euros)	-2,524,850.87 €	-2,342,844.68 €	-2,333,971.67 €
IRR (%)	-10%	-6%	-6%
Pay-back year	-	-	-
	Optimistic - 600 m3	Optimistic - 5000 m3	Optimistic - 7500 m3
NPV (Euros)	1,073,173.18 €	3,960,828.54 €	4,037,842.44 €
IRR (%)	15%	27%	27%
Pay-back year	Year 15	Year 7	Year 7
	Pessimistic - 600m3	Pessimistic - 5000 m3	Pessimistic - 7500 m3
NPV (Euros)	-2,619,563.75 €	-2,513,626.58 €	-2,509,158.72 €
IRR (%)	-15%	-11%	-12%
Pay-back year	-	-	-

A sensitivity analysis has been performed to consider the co-funding requirements for the financial feasibility of the project. Due to the nature of the actions involved, the Connecting Europe Facility (CEF) programme is the most adequate for this purpose, specifically the Blending Calls. As a consequence, the calculations have been made according to methodology proposed in the guidelines of this programme, specifically in the section *6.1.2.1. Funding gap* of the *2017 CEF Transport Blending Call for Proposals.* For revenue generating projects, after calculating the funding gap, the co-funding rate is modulated as the minimum of the EU co-funding rate and the Funding Gap rate. Thus, the total import will be the modulated EU co-funding rate applied to the Eligible cost.

In order to do this analysis, two cases have been considered. In the first case (A), no fixed income is considered and in the second case (B) a minimum income of 35.000 € per operation is taken into account.

In both cases, the results have been analysed for the baseline and the pessimistic scenarios used in section 3 of this document (in the optimistic scenario the action is feasible in any case). The funding gap rate obtained according to the costs and revenues of the project varies in a quite large range, from the 31.68% to the 89.05%. The most realistic scenario (baseline with minimum income) shows a value closer to the maximum EU-Cofounding rate (20% of the Investment Cost assuming Innovation Action), which demonstrates the adequacy of the project for the use of CEF funds.

List of annexes

Annex I. Compatibility assessment of the small LNG carriers at the Sagunto LNG terminal owned by SAGGAS. Moored Vessel Study. PROES Ingenieros. December 2015

Annex II. Compatibility assessment of the small LNG carriers at the Sagunto LNG Terminal owned by SAGGAS. Geometrical compatibility study for small scale LNG carriers. PROES Ingenieros. March 2015

Annex III. Conceptual design of new LNG loading facilities at the SW quay at the Sagunto´s Port extension. PROES Ingenieros. March 2016

Annex IV. Compatibility assessment for bunkering LNG operations at the Sagunto LNG terminal owned by SAGGAS. Geometrical compatibility study for LNG bunkering operations at SAGGAS existing facilities. PROES Ingenieros. December 2015

Annex V. Desarrollo de la ingeniería básica para instalaciones de bunkering de GNL en la planta de regasificación de Sagunto. Almazan Ingenieros. September 2017

Annex VI. Financial feasibility of the adaptation for LNG bunkering/small scale services in the regasification plant of Sagunto

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

MOORED VESSEL STUDY

RECORD OF REVIEW

Review	Date	Prepared by	Checked by	Approved by	Change description
1	22/12/15	MLC	AAM	AMV	First review of the document

TABLE OF CONTENTS

1.- INTRODUCTION AND SCOPE 5
2.- DESIGN VESSELS 6
3.- MOORING AND FENDERING SYSTEM 8
3.1.- FENDERING SYSTEM 8
3.2.- MOORING HOOKS 9
4.- ENVIROMENTAL CONDITIONS 10
4.1.- TIDE 10
4.2.- WIND 10
4.3.- WAVES 13
5.- MOORED VESSEL ANALYSIS 17
5.2.1 2,000 m^3 Small LNG carrier 22
5.2.2 4,000 m3 Small LNG carrier 25
5.2.1 Coral Anthelia Small LNG carrier 28
5.2.1 Coral Methane Small LNG carrier 31
5.2.2 Norgas Small LNG carrier 34
5.2.1 15,000 m3 Small LNG carrier 37
5.2.2 Coral Energy Small LNG carrier 40
5.2.3 Aman Bintulu Small LNG carrier 43
5.2.4 WSD50 20K Small LNG carrier 46
6.- DOWNTIME ESTIMATION 48
7.- CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS 50

FIGURES

Figure 1 Location of the terminal 5
Figure 2. Ship motions in 6 degrees of freedom 7
Figure 3. Fender system layout. Elevation view 8
Figure 4 Deformation Curves SC 1450 H (Grade A and B). 8
Figure 5 Mooring Hook Layout. Elevation and plan view 9
Figure 6 Mooring Hook Detail 9
Figure 7. Wind roses from data sources. (Source: Puertos del Estado) 12
Figure 8. Wind velocity histograms from data sources. (Source: Puertos del Estado) 12
Figure 9. Location of SIMAR data source. 13
Figure 10. Wave rose at Port of Sagunto. (Source: Puertos del Estado) 14
Figure 11. Diffraction diagram for the incoming waves. 15

Figure 12. Wave diffraction diagram for 45º incident waves (diffraction point 1). (Source Shore Protection Manual). 16
Figure 13. Wave diffraction diagram for 135º incident waves (diffraction point 2). (Source Shore Protection Manual). 17
Figure 14. Example of Significant Sea State Limit Curve. 18
Figure 15 Example of Wind Capability Rose 19
Figure 16. Example of Wind Capability Rose 20
Figure 17. LNG 2,000 m^3.Mooring Layout. 22
Figure 18. LNG 2,000 m^3. Sea State Limit Curve. 22
Figure 19. LNG 2,000 m^3. Wind Capability Rose with no wave action. 23
Figure 20. LNG 2,000 m^3. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.4m, T: 4.0s. 23
Figure 21. LNG 4,000 m^3.Mooring Layout. 25
Figure 22. LNG 4,000 m^3. Sea State Limit Curve. 25
Figure 24. LNG 4,000 m^3. Wind Capability Rose with no wave action. 26
Figure 25. LNG 4,000 m^3. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.4m, T: 4.0s. 26
Figure 26. Coral Anthelia. Mooring Layout 28
Figure 27. Coral Anthelia. Sea State Limit Curve. 28
Figure 28. Coral Anthelia. Wind Capability Rose with no wave action 29
Figure 29. Coral Anthelia. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.5m, T: 5.0s. 29
Figure 30. Coral Methane. Mooring Layout 31
Figure 31. Coral Methane. Sea State Limit Curve 31
Figure 32. Coral Methane. Wind Capability Rose with no wave action 32
Figure 33. Coral Methane. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.4m, T: 6.0s. 32
Figure 34. NORGAS. Mooring Layout 34
Figure 35. NORGAS. Sea State Limit Curve. 34
Figure 36. NORGAS. Wind Capability Rose with no wave action 35
Figure 37. NORGAS. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.6m, T: 7.0s. 35
Figure 38. LNG 15,000 m^3. Mooring Layout 37
Figure 39. LNG 15,000 m^3. Sea State Limit Curve. 37
Figure 40. LNG 15,000 m^3. Wind Capability Rose with no wave action 38
Figure 41. LNG 15,000 m^3. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.6m, T: 11.0s. 38
Figure 42. Coral Energy. Mooring Layout 40
Figure 43. Coral Energy. Sea State Limit Curve. 40
Figure 44. Coral Energy. Wind Capability Rose with no wave action 41
Figure 45. Coral Energy. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.6m, T: 7.0s. 41
Figure 46. Aman Bintulu. Mooring Layout. 43
Figure 47. Aman Bintulu. Sea State Limit Curve. 43
Figure 48. Aman Bintulu. Wind Capability Rose with no wave action 44
Figure 49. Aman Bintulu. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.6m, T: 12.0s. 44
Figure 50 WSD50 20K. Mooring Layout. 46
Figure 51 Example of Sea State Limit Curve 46
Figure 52 Wind Capability Rose with no wave action 47
Figure 53 Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.8m, T: 12.0s. 47

1.- INTRODUCTION AND SCOPE

SAGGAS LNG terminal has been handling LNG Carrier unloading operations since 2006 up to now. In addition, the terminal was upgraded in 2013 in order to allow loading operations. The design LNG carrier fleet compatible with the terminal ranges from 30.000 m3 to 260.000 m3. In a new potential bunker LNG market, small LNG carriers will realize an important paper to supply the possible plants satellites in the ports or even to supply directly barges of LNG. Due to this, is important to study the compatibility in SAGGAS's existing jetty of this kind of ships.

The present document is aimed at showing the results of the moored vessel dynamic study carried out for this new operating fleet.

Figure 1 Location of the terminal

For above mentioned purpose, the numerical model OPTIMOOR Version 6.2.9 developed by Tension Technology International Ltd. has been used, aimed at reproducing the behavior of a specific moored ship under local conditions of wind, waves and current. The ship motion equations are solved in 6 degrees of freedom (surge, sway, heave, roll, pitch, yaw), in the frequency domain, with no limitations for motion amplitudes.

The amplitudes of the vessel motions have been evaluated along with the loads transmitted to the mooring and berthing equipment under the combined action of the most representative metocean parameters at the considered location.

2.- DESIGN VESSELS

2.1.- VESSEL CHARACTERISTICS

Analyzed fleet is composed of small scale LNG carriers which capacities range from 2,000 m^3 to 20,000 m^3.

The following fleet has been considered as representative of the small scale LNG fleet potentially use the existing SAGGAS marine facilities.

Characteristics	Capacity [m^3]	Length Overall [m]	Length between perpendiculars (m)	Beam [m]	Moulded Depth [m]	Loaded draft [m]	Ballast draft [m]
2,000m^3	2,160.00	70.00	66.90	14.80	8.10	4.06	3.08
4,000m^3	4,040.00	90.00	85.90	15.70	9.40	5.10	3.45
CORAL ANTHELIA	6,500.00	115.00	108.00	16.80	9.80	7.00	4.86
CORAL METHANE	7,387.00	137.80	110.20	18.60	10.60	7.15	5.56
NORGAS	9,830.50	137.10	129.74	19.82	11.50	6.70	4.70
15,000m^3	15,000.00	125.00	117.00	22.50	15.00	6.40	5.40
CORAL ENERGY	15,577.00	155.00	146.00	22.70	14.95	8.19	5.50
AMAN BINTULU	18,645.00	130.00	124.00	25.70	16.60	7.00	6.11
WSD50 20K	20,000.00	147.25	138.70	25.30	17.60	7.80	6.05

Table 1. Design Vessel Characteristics

2.2.- MOORED SHIP MOTIONS

A moored ship can experience six possible motions (three translations and three rotations) as described in the following figure:

Figure 2. Ship motions in 6 degrees of freedom

The free ship has three natural ways of oscillation which amplitude depends on the geometric characteristics of the hull and the cargo condition. These motions are:

- Roll: related to the lateral stability, it is the rotation around the longitudinal axis;
- Pitch: depending on the longitudinal stability, it is the rotation around the transversal axis;
- Heave related to the water plan area, it is the translation along the vertical axis.

When the ship is moored, the natural periods associated to these oscillations are reduced in a certain degree by the mooring system, water depth, etc. but their orders of magnitude, usually close to wave periods, are not significantly altered.

The moored ship has three additional ways of oscillation induced by the interaction with the fenders and mooring lines:

- Sway: it is the translation along the ship's transversal axis;
- Yaw: it is the rotation around the vertical axis
- Surge: it is the translation along the longitudinal axis

The natural periods of these three movements are generally greater than the previous ones and strongly influenced by the characteristics of the mooring system. The use of rigid fenders and mooring lines reduces the natural periods of oscillation, but simultaneously it increases the forces on mooring lines and fenders.

Through the moored vessel study under usual metocean conditions at site, it is possible to obtain operation thresholds and safety margins required for each vessel analyzed.

3.- MOORING AND FENDERING SYSTEM

3.1.- FENDERING SYSTEM

There are two types of fenders in the berth: inner and outer fenders. Both types of fenders are composed of double rubber units.

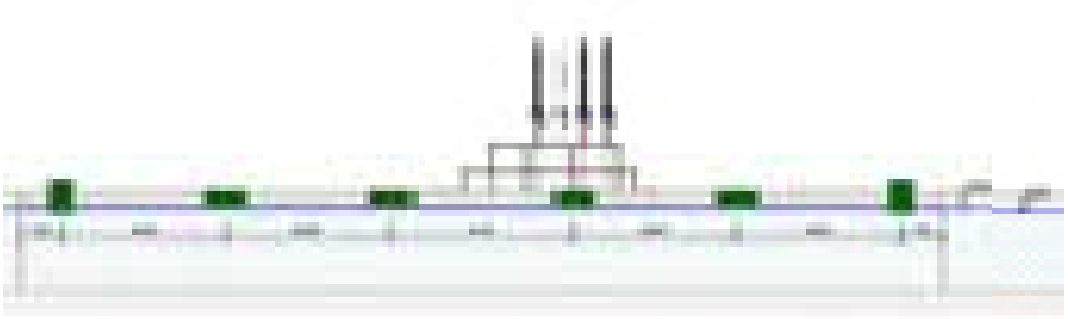


Figure 3. Fender system layout. Elevation view

The inner fender type SC 1450H grade A (55% deflection), has a reaction force of 169.1 T/unit of fender and an energy absorption of 106.7 T·m/unit of fender. On the other hand, outer fender type SC 1450H grade B (52.5% deflection), has a reaction force of 144.1 T/unit of fender and an energy absorption of 90.2 T·m/unit of fender.

This type of fenders presents a high performance capacity to accept deformations in different directions and high energy absorption with associated a low reaction forces.

The deformation curve of selected fenders is shown in the following figure:

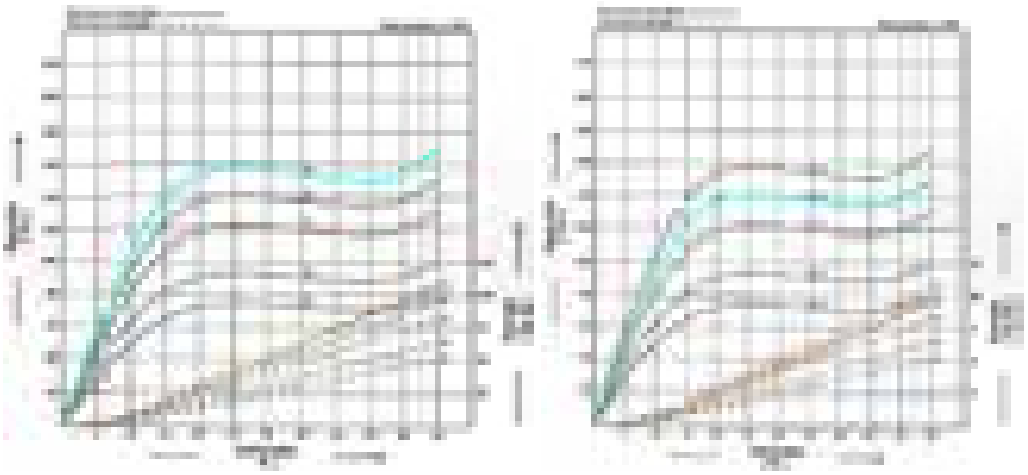


Figure 4 Deformation Curves SC 1450 H (Grade A and B).

The contact between fenders and parallel body is made by means of a steel panel covered with UHMW-PE material, in order to provide a uniform distribution of loads between them. Hull and fender damage under large ship motions is also prevented by this way. Fenders panel sizes of 5.59 m x 4.07 m (outer fender) and 3.00 m x 7.00 m (inner fender) guarantee the maximum contact surface for recommended pressure.

The fender system is completed with the installation of a set of chains that limit the lateral deformation of the fender, preventing damage under large longitudinal ship excursions, during the approach and berthing manoeuvre.

3.2.- MOORING HOOKS

In order to achieve adequate mooring configurations and recommendations regarding OCIMF Standards, the marine terminal counts on a set of ten triple Quick Release Hooks.

Four of them are located on the working platform and they are intended to serve as spring lines mooring points. The six remaining hooks are installed in the offset pier, three each side of the working platform and intended for head/stern o breast mooring lines.

Figure 5 Mooring Hook Layout. Elevation and plan view

The following figure shows in detail the quick release hooks which are currently in the existing terminal in Sagunto. Each hook nail has a nominal bollard capacity of 100 t; with the only exception of the outermost ones with nominal load capacity is 125t.

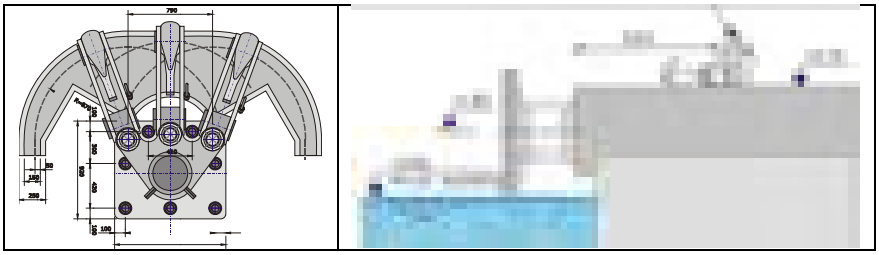


Figure 6 Mooring Hook Detail

4.- ENVIROMENTAL CONDITIONS

4.1.- TIDE

In order to analyze the most unfavorable vessel's positions, extreme water levels have been combined with extreme cargo conditions. Therefore, following situations have been evaluated:

- Highest astronomical tide (HAT): .....+0.22 m CD (combined with ballast vessel)
- Lowest astronomical tide (LAT): ..... -0.43 m CD (combined with loaded vessel)

CD in the Port of Sagunto is considered as Mean Sea Level in Alicante.

4.2.- WIND

Following three prevailing winds have been considered in order to evaluate the behavior of LNG carriers at Sagunto and, consequently, their expected operability rates.

- Levante: wind coming from the NE-E direction sector;
- Garbí: wind coming from the SSE-SSW direction sector
- Terral: wind coming from the NW direction sector.

In order count on the most reliable information regarding wind direction associated frequency and velocity, two different sources of information have been used. Both of them have been obtained from Puertos del Estado data bases:

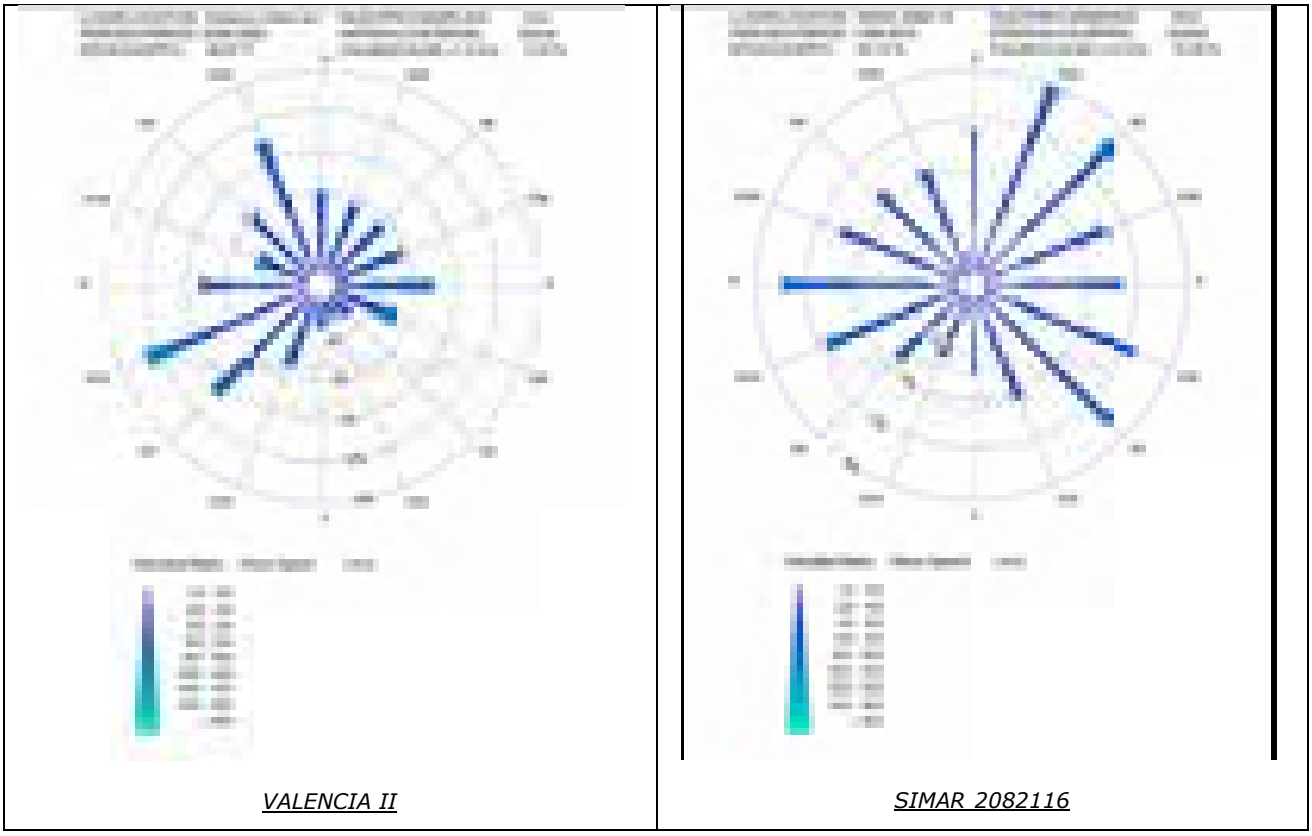
	Meteorological monitoring Station: Valencia II	**Punto SIMAR 2082116**
Location	Dique Este (Valencia Port)	Approaches of Sagunto Port
Longitude	0.30° W	0.17° W
Latitude	39.43° N	39.67° N
Measuring interval	10 minutes	3 h
Measuring period	39.43° N - 15-07-2006	01-01-1958- 16-12-2015
Data Set	REMPOR	SIMAR

Table 2. Wind data sources.

As no information on wind is available inside Sagunto Port, above mentioned sources of data have been used in order to provide some estimation of downtime rates associated to the results obtained from each analyzed ship.

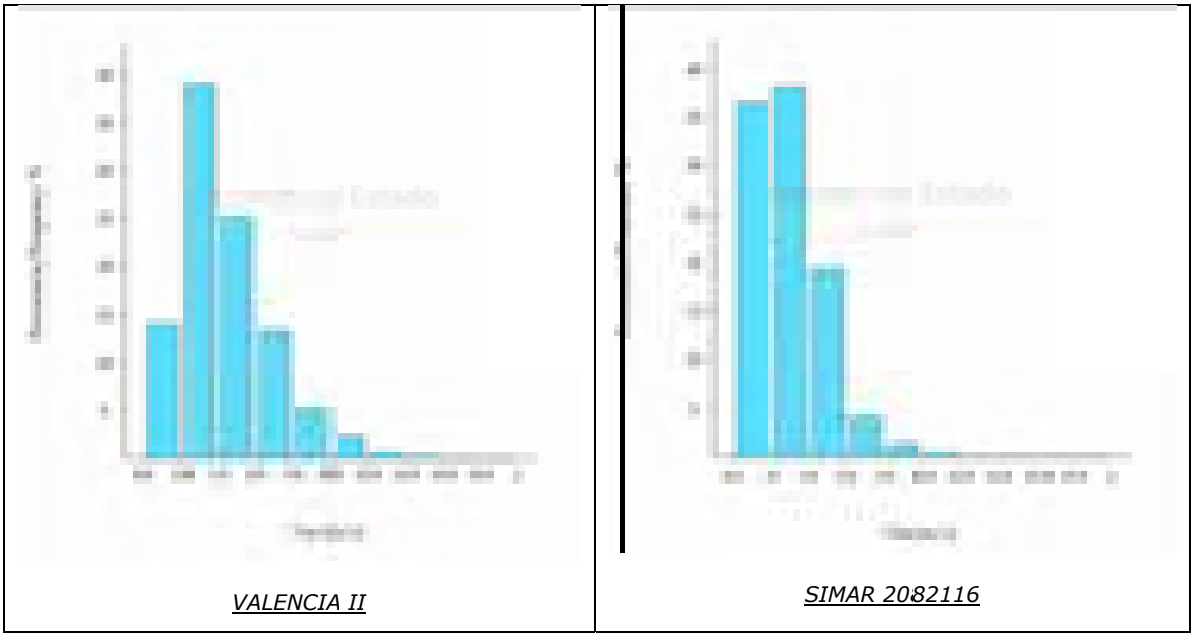
It has to be noticed that SIMAR data set has been developed by means of numerical simulation whereas REMPOR data sets have been gathered from local measures at Valencia Port at an approximate distance of 25km to the south of the LNG terminal. Hence, and given that wind

patterns are very influenced by local conditions none of the used data will perfectly describe the actual wind affecting the study area. However, with the combination of this double information a quite representative picture of the wind climate at Port of Sagunto Port has been drafted.



VALENCIA II | *SIMAR 2082116*

Figure 7. Wind roses from data sources. (Source: Puertos del Estado)



VALENCIA II | *SIMAR 2082116*

Figure 8. Wind velocity histograms from data sources. (Source: Puertos del Estado)

Despite the difference in direction frequency between both data sources by the comparison of both velocity histograms it can be concluded that, regardless wind direction mean hourly velocities are kept under 12 m/s (24 kn) during more than 97% of time.

4.3.- WAVES

Regarding waves, no information on actual wave pattern inside South basin is available; therefore some assumptions have been done in order to develop a estimation about the potential operability rates of every analyzed ship from the results of its study.

SIMAR data set has been used in order to have a general overview of the wave climate in the approaches to Port of Sagunto.

Figure 9. Location of SIMAR data source.

Following figure shows the wave rose that describes the wave pattern expected in the surrounding area of the Port.

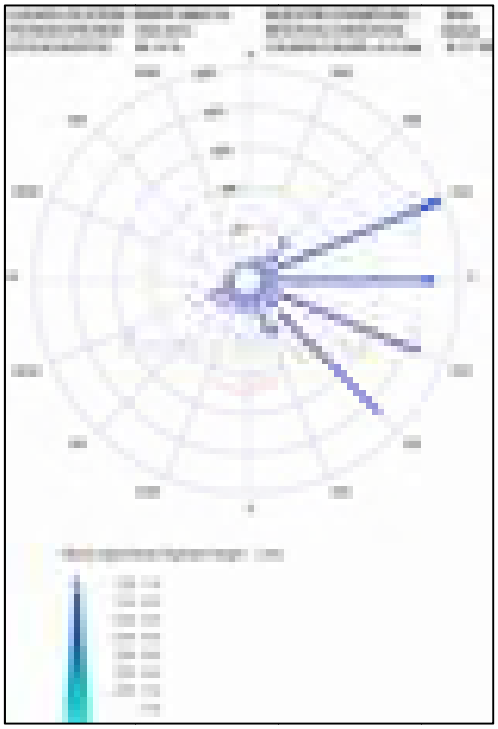


Figure 10. Wave rose at Port of Sagunto. (Source: Puertos del Estado)

As shown on the picture above, prevailing waves at the surroundings of the Port are coming from directional sector between ENE and SSE. However, considering the orientation of the port it is assumed that only waves coming from the directional sector in the range of SE-S will be able to penetrate through the entrance of the port. These penetrating waves, according to the information shown on the rose, will be associated to significant height values lower than 1.0 m with a percentage above 95%.

Regarding wave peak periods, as shown in the table below, more that 97% of waves with significant heights below 1.0 m are lower than 10s; therefore it has been assumed that more than 95% of waves entering the port areas associated with significant heights equal or lower than 1.0 m and Peak Periods equal or lower than 10 s.

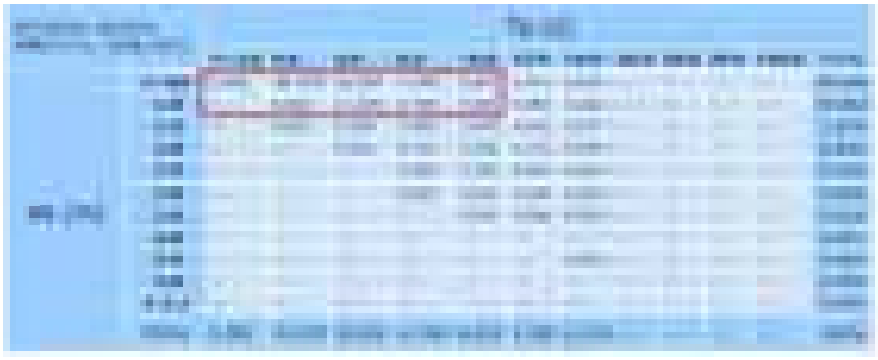


Table 3. Hs-Tp wave distribution at the approaches of the Port of Sagunto. (Source: Puertos del Estado)

The presence of both breakwater and counter-breakwater at the entrance of the port and South basin relatively, will cause a double diffraction effect on the incoming waves leading to a loss of energy that will be materialized in a decrease on the wave height values.

Figure 11. Diffraction diagram for the incoming waves.

In order to provide an estimation of the magnitude of the waves reaching Saggas marine terminal, *Wave Diffraction Diagrams* have been used. These diagrams provide a theoretical diffraction coefficient as a function of the considered wavelength and the distance of the study point to the point of diffraction.

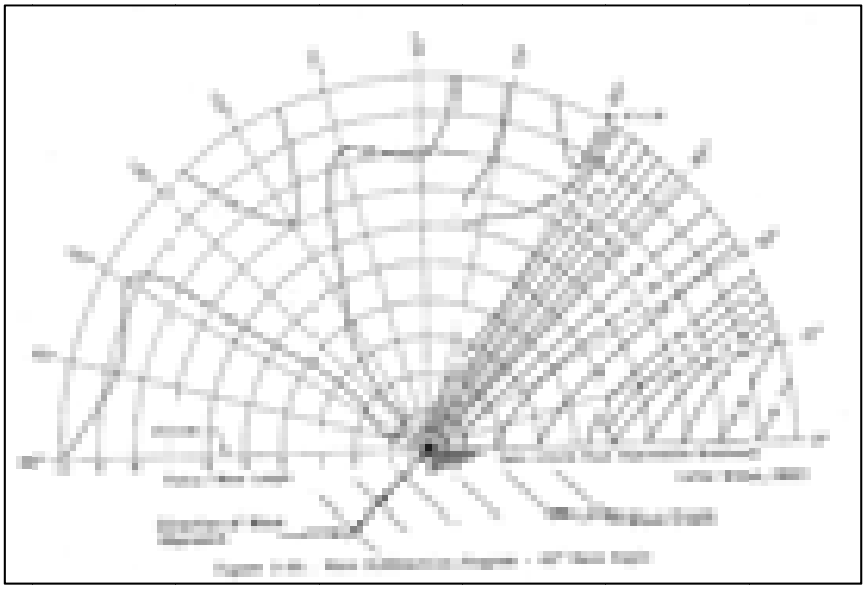


Figure 12. Wave diffraction diagram for 45º incident waves (diffraction point 1). (Source Shore Protection Manual).

Considering:

- 18.0 m at the entrance of port
- 900 m distance between direction points
- 45º incident angle with breakwater (SE waves)

Wave lengths of waves with peak periods of 10 and 7 seconds would be approximately 116.8 and 79.0 m respectively.

By the application of the diagram on Figure 12, diffraction coefficients will be 0.26 for the 10 s wave and 0.23 for the 7s wave.

Once these waves arrive to the entrance of the south basin, where Saggas terminal is located, they will be facing and additional diffraction point that will cause an additional loss of energy and wave height reduction. Diagram shown on Figure 13 will be of application for the second diffraction.

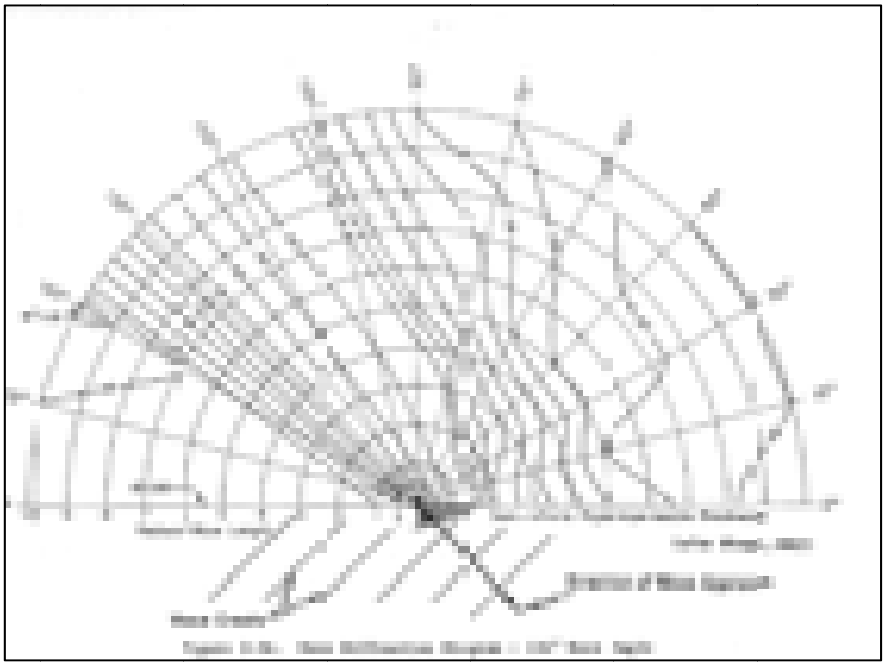


Figure 13. Wave diffraction diagram for 135º incident waves (diffraction point 2). (Source Shore Protection Manual).

The diffraction effect suffered by the waves entering to the LNG terminal will decrease their wave height by an additional coefficient of 0.3.

As a result it has been concluded that waves at Sagunto terminal will be lower than 0.1 m in more than 95% of the operating time.

5.- MOORED VESSEL ANALYSIS

Under the action of environmental forces, caused by the waves, the wind and the tides, the ship will undergo certain motions, since an absolutely stiff mooring system is not feasible. Depending on the type of ship and the operation to carry out, the acceptable operational limits can be defined.

The analysis carried out has been planned in order to establish a set of recommendations about the operation and permanence environmental limits of the potential new LNG target fleet at berth.

The operational limits are based on safety criteria on the performance of the mooring and berthing system for the particular vessel under a certain action of wind and waves. In this particular case the main criteria for threshold establishment has been the tension on the mooring lines. In order to provide conservative results (as considered for this feasibility study) operational threshold of mooring lines has been set as 40% of Minimum Breaking Load.

5.1.- OPTIMOOR SIMULATIONS

As exposed before, the main objective of the present study is to provide a recommendation on the metocean thresholds for operation and permanence of ships at berth. In this sense, the analysis has been developed by means of different sweeps of wind and wave conditions.

1. Significant Sea State Limit Curve

A sea state is characterized by the combination of three wave parameters: significant wave height, Hs, mean (or peak) wave period, T, and incidence direction, Dir.

Sea state limit curve is a graph of limiting significant wave height vs. the wave mean period, while wind parameters (speed and direction) and wave direction are kept constant. The colour-coded lines plot the sea states at which the specified limit is exceeded.

The Longuet-Higgins spectrum that defines the wave distribution of energy with frequency has been adopted for the OPTIMOOR simulations. In this particular case, only longitudinal wave has been considered to be able to reach the berthing facility. Additionally, and in order to assess the effect of waves alone, these sea state sweeps have been developed in the absence of wind.

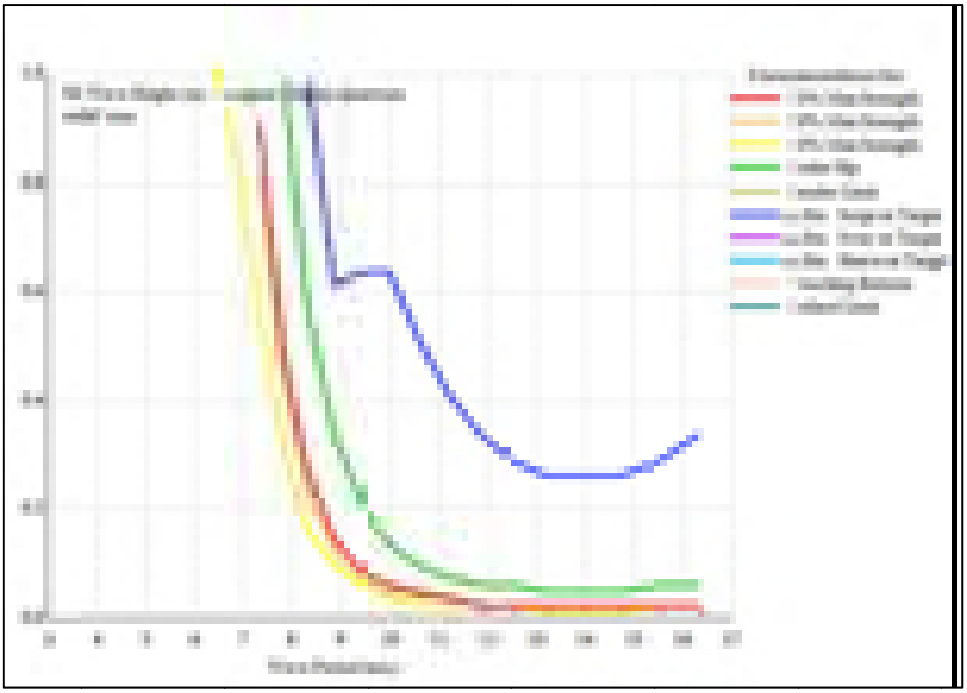


Figure 14. Example of Significant Sea State Limit Curve.

2. Wind Capability Rose

Wind limit rose is a polar graph of limit wind velocities vs. wind direction, while wave parameters (Hs, T and direction) are kept constant. The results are presented graphically as a rose and the colour-coded lines plot the wind speed at which the specified limit is exceeded.

The percentage line limits (typically 55%, 50% and 40%) are related to different lines (red, orange and yellow, respectively) in different wind directions, and whichever is most highly loaded is identified by a succession of small red numbers (mooring lines id number). The maximum wind for surge, sway, bollard and fender loads are indicated in blue, purple, blue, light green lines on the plot.

The wind limit for the equilibrium (black line) represents the maximum wind for which OPTIMOOR converges to an equilibrium position.

An example of Wind Limit Rose is shown below. In order to isolate the wind effect on the moored vessel behaviour a first wind sweep has been undertaken considering no wave presence.

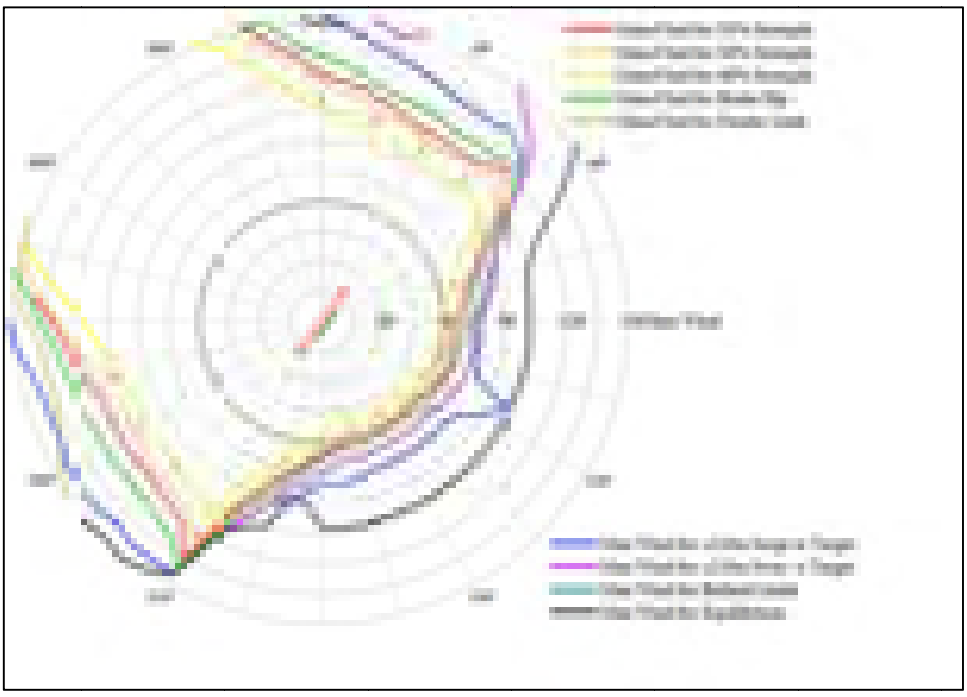


Figure 15 Example of Wind Capability Rose

3. Wind Limit Rose with maximum wave

In this case, the result presented is similar characteristics to those explained with wind capability rose above.

The particularity of this result is that this will be affected by wave action. Wind capability roses represented have been obtained including the maximum wave height and peak period combination that showed a favourable behaviour without reaching any of the operation thresholds. The aim of this simulation is to evaluate how the presence of a certain wave condition affects wind thresholds.

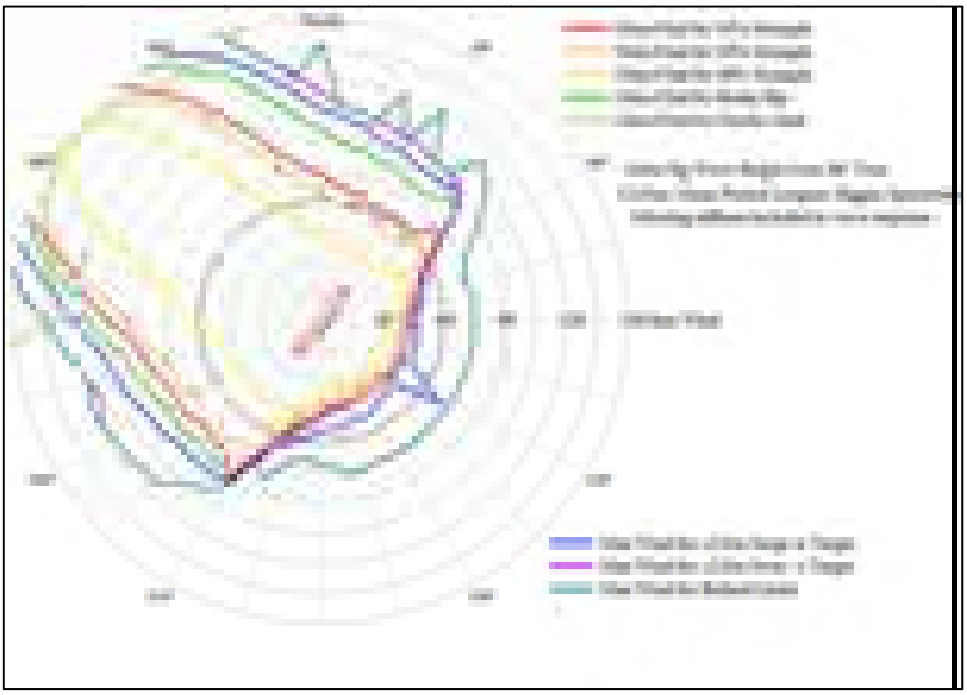


Figure 16. Example of Wind Capability Rose

5.2.- RESULTS

This section contains the results of the wave and wind sweeps developed for each of the LNG carriers considered within the new potential target fleet.

Following epigraphs contain the results of the analysis carried out for every LNG ship of the small scale fleet. Wind and wave sweeps are shown together with a table containing the recommended operational thresholds for each case.

See Appendix I for better resolution on figures and simulation parameters for berthing and mooring facilities and vessels.

5.2.1 2,000 m³ Small LNG carrier

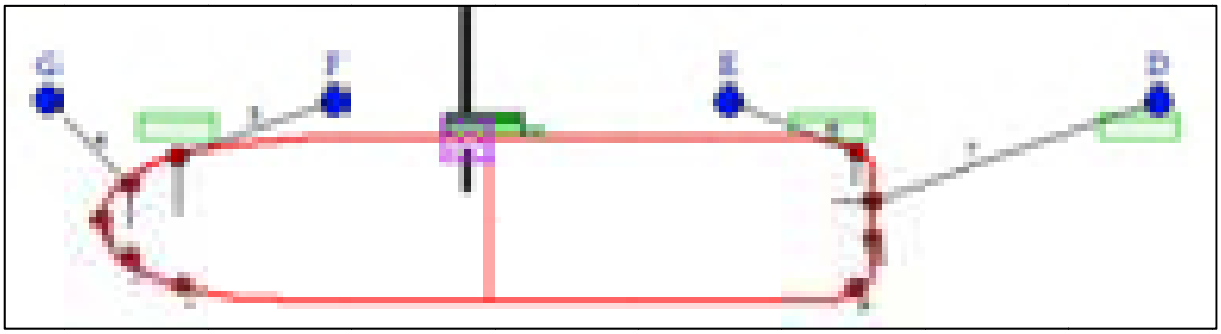


Figure 17. LNG 2,000 m³.Mooring Layout.

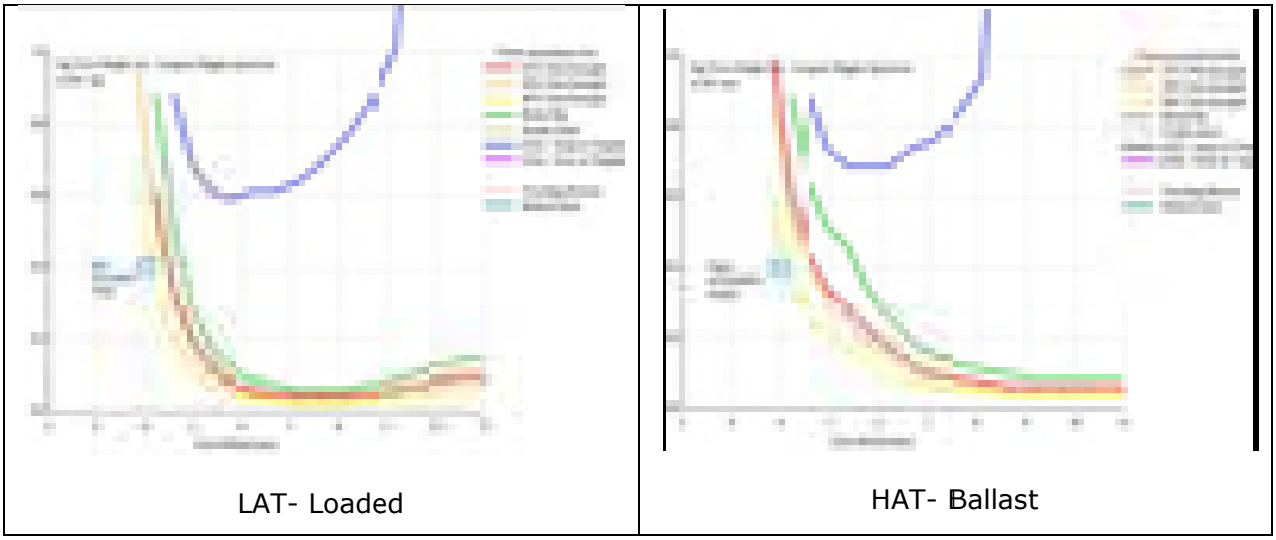
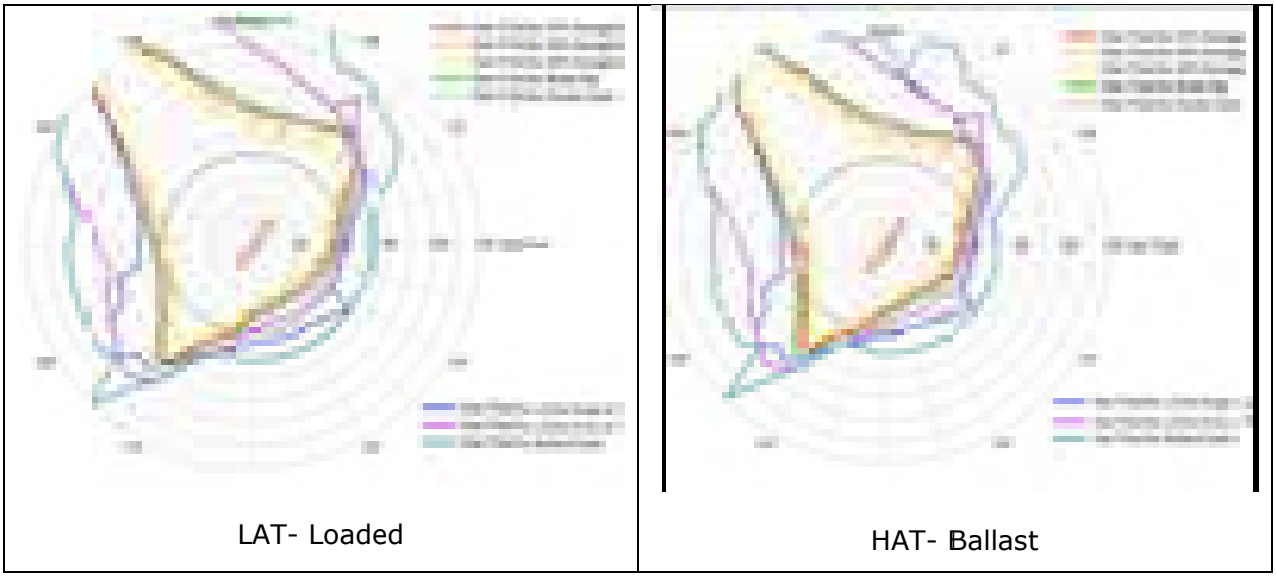
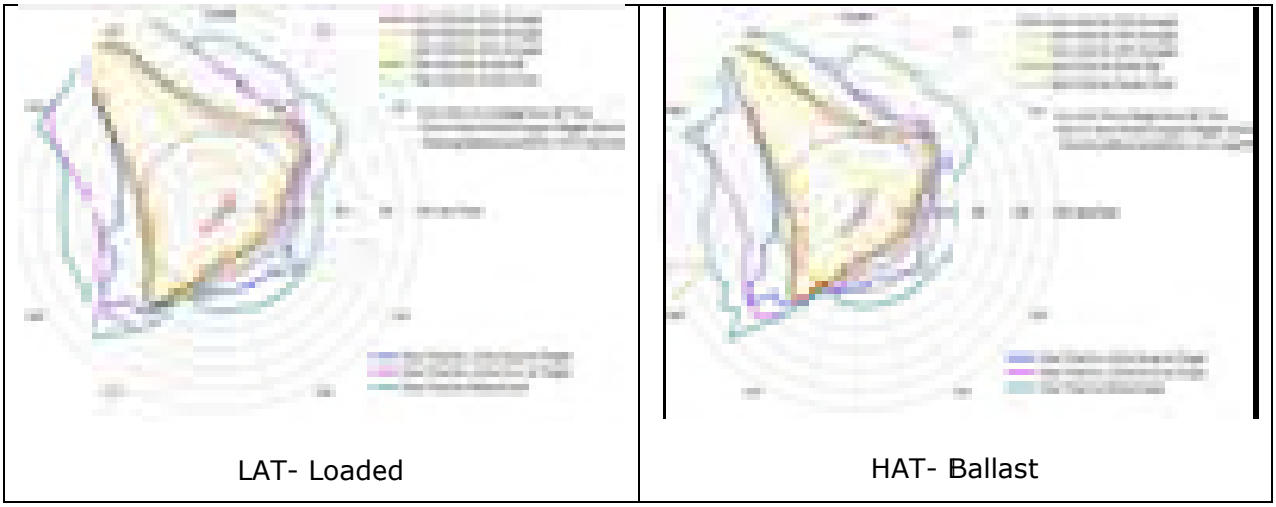


Figure 18. LNG 2,000 m³. Sea State Limit Curve.



LAT- Loaded | HAT- Ballast

Figure 19. LNG 2,000 m³. Wind Capability Rose with no wave action.



LAT- Loaded | HAT- Ballast

Figure 20. LNG 2,000 m³. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.4m, T: 4.0s.

From the 3 cases analyzed following results are obtained:

2,000 m³ Small LNG Carrier								
Condition	**Wave - Windless**		**Wind - Without Wave Action**			**Wind - Wave Action**		
	Hs (m)	*Tp (s)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*
			(NE -E)	*(SSE - SSW)*	*(NW)*	*(NE -E)*	*(SSE - SSW)*	*(NW)*
LAT	0.4	4.0	45	36	> 60	30	25	> 60
HAT	0.4	4.0	35	32	> 60	28	18	> 60

Table 4. LNG 2,000 m³. Operational thresholds.

5.2.2 4,000 m3 Small LNG carrier

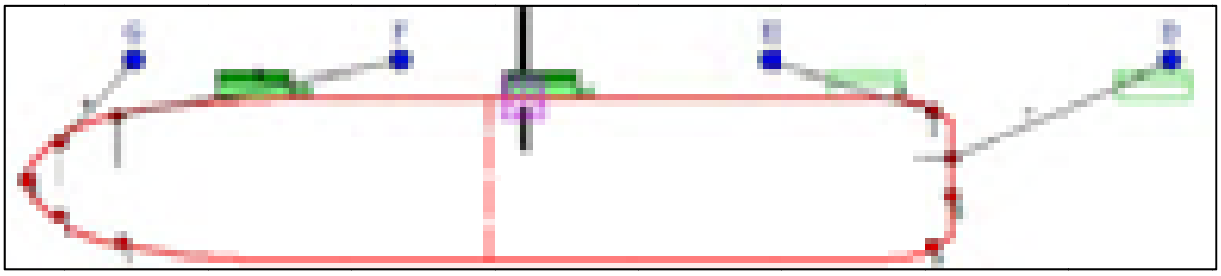


Figure 21. LNG 4,000 m³.Mooring Layout.

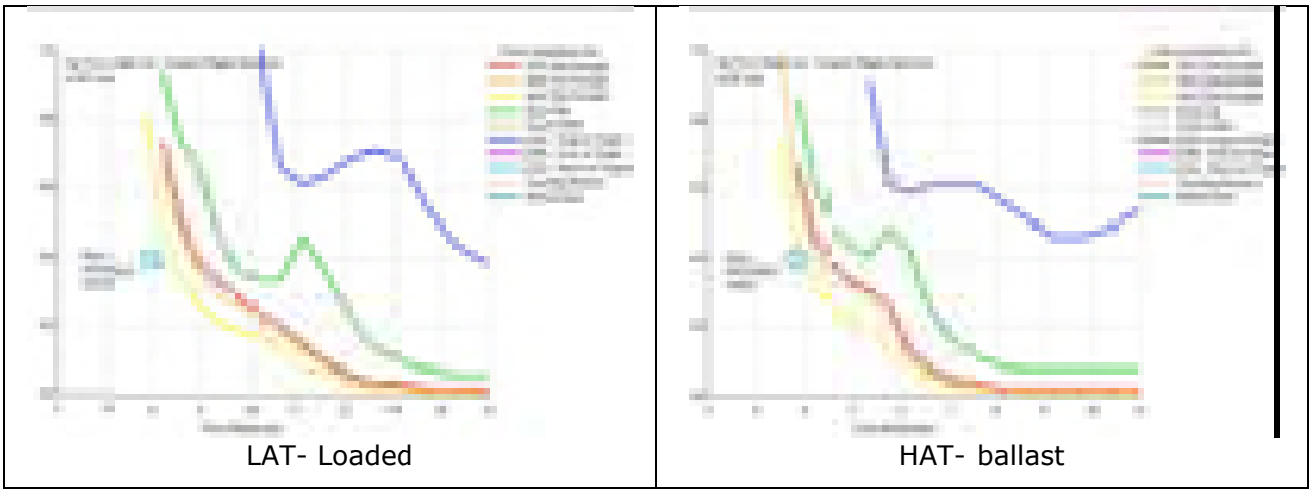
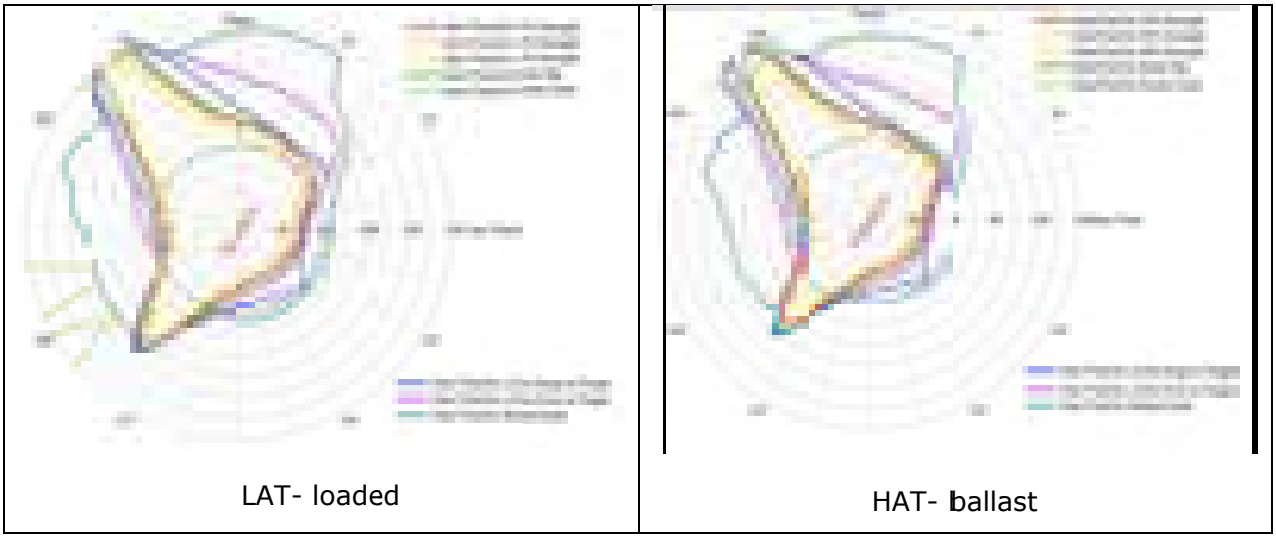
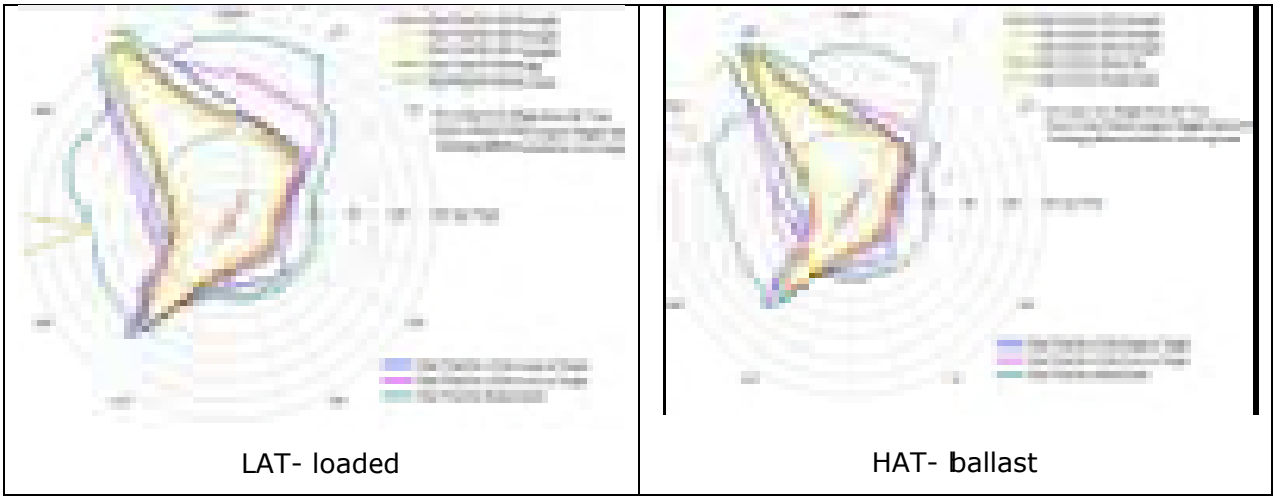


Figure 22. LNG 4,000 m³. Sea State Limit Curve.



LAT- loaded | HAT- ballast

Figure 23. LNG 4,000 m³. Wind Capability Rose with no wave action



LAT- loaded | HAT- ballast

Figure 24. LNG 4,000 m³. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.4m, T: 4.0s.

From the 3 cases analyzed following results are obtained:

4,000 m³ Small LNG Carrier								
Condition	**Wave - Windless**		**Wind - Without Wave Action**			**Wind - Wave Action**		
	Hs (m)	*Tp (s)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*
			(NE -E)	*(SSE - SSW)*	*(NW)*	*(NE -E)*	*(SSE - SSW)*	*(NW)*
LAT	0.4	4.0	32	35	> 60	28	28	> 60
HAT	0.4	4.0	30	30	> 60	18	28	30

Table 5. LNG 4,000 m³. Operational thresholds.

5.2.1 Coral Anthelia Small LNG carrier

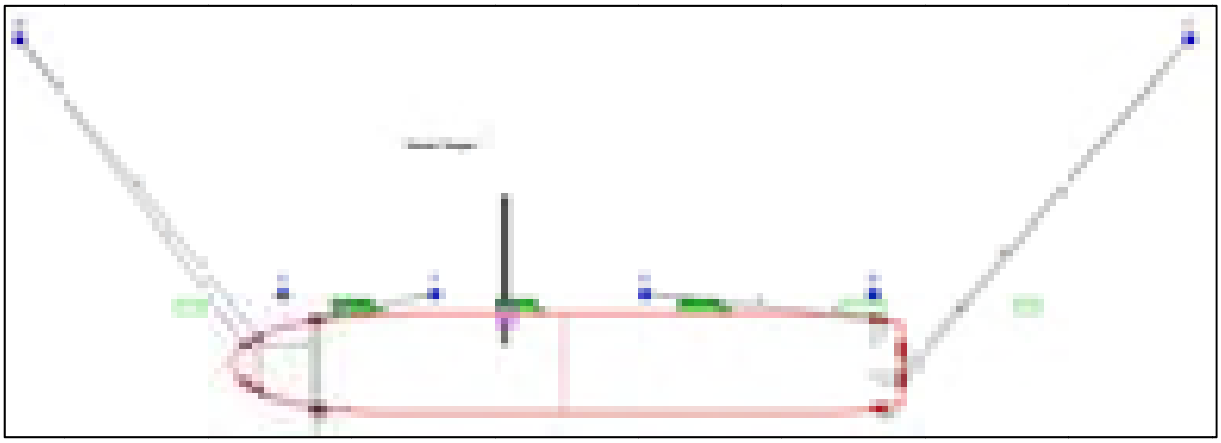


Figure 25. Coral Anthelia. Mooring Layout

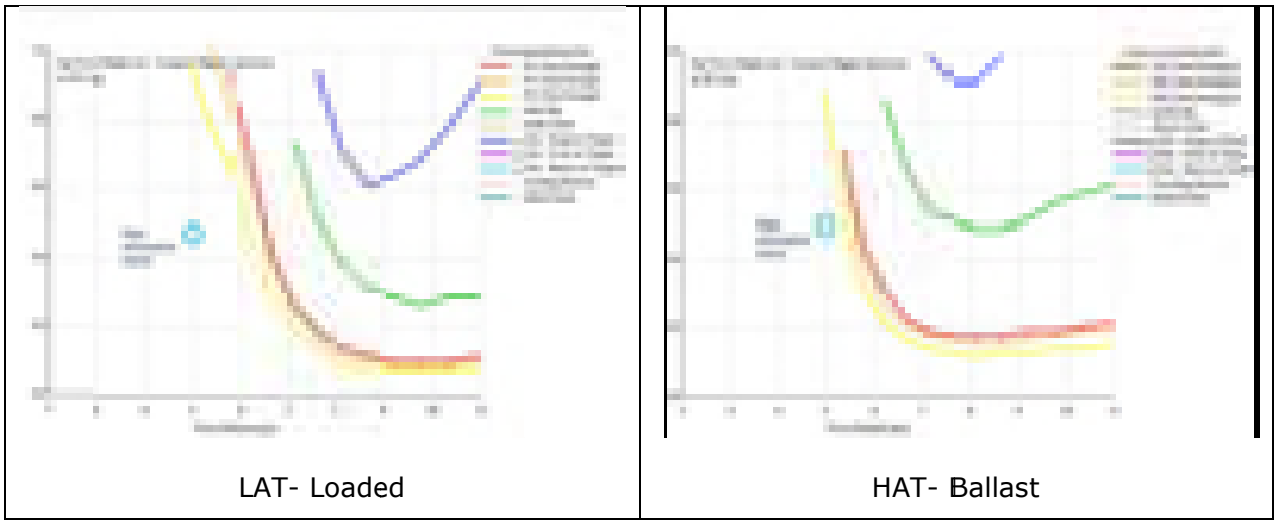
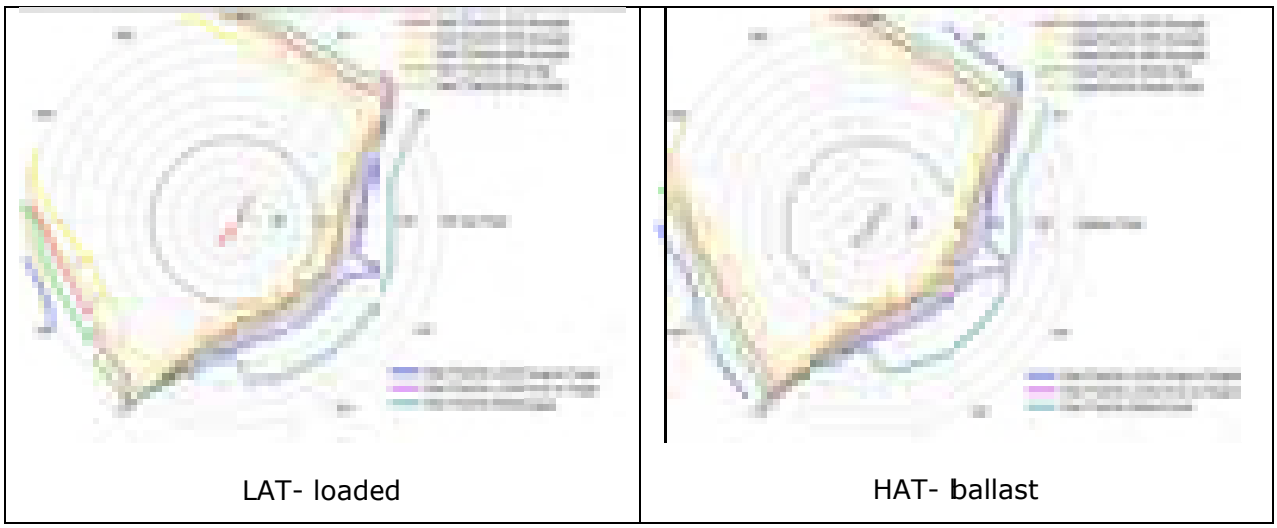
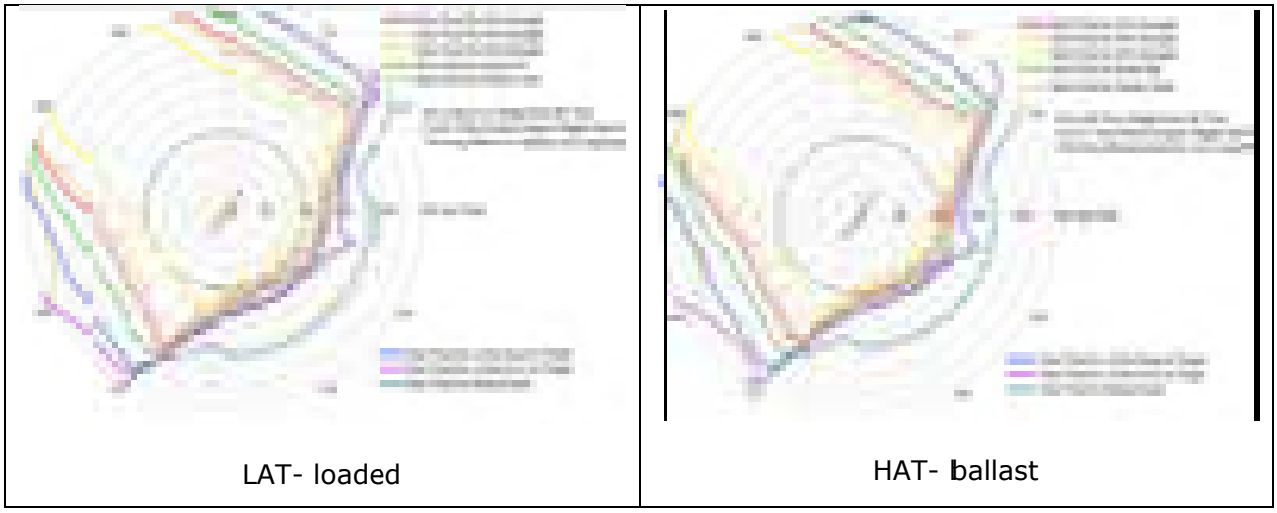


Figure 26. Coral Anthelia. Sea State Limit Curve.



LAT- loaded | HAT- ballast

Figure 27. Coral Anthelia. Wind Capability Rose with no wave action



LAT- loaded | HAT- ballast

Figure 28. Coral Anthelia. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.5m, T: 5.0s.

From the 3 cases analyzed following results are obtained:

Coral Anthelia Small LNG Carrier								
Condition	**Wave - Windless**		**Wind - Without Wave Action**			**Wind - Wave Action**		
	Hs (m)	*Tp (s)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*
			(NE -E)	*(SSE - SSW)*	*(NW)*	*(NE -E)*	*(SSE - SSW)*	*(NW)*
LAT	0.5	5.0	> 60	60	> 60	32	54	> 60
HAT	0.5	5.0	52	58	> 60	47	53	> 60

Table 6.Coral Anthelia Operational thresholds.

5.2.1 Coral Methane Small LNG carrier

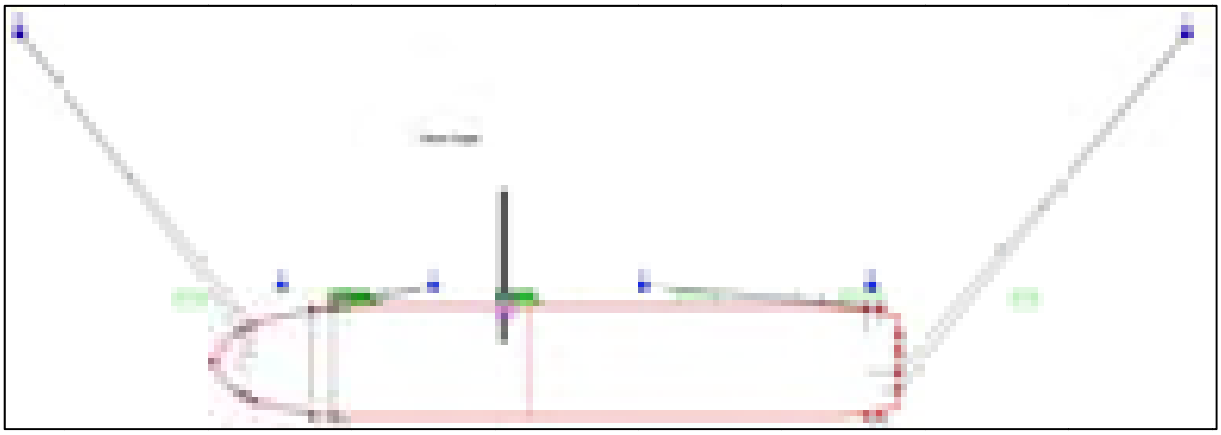


Figure 29. Coral Methane. Mooring Layout

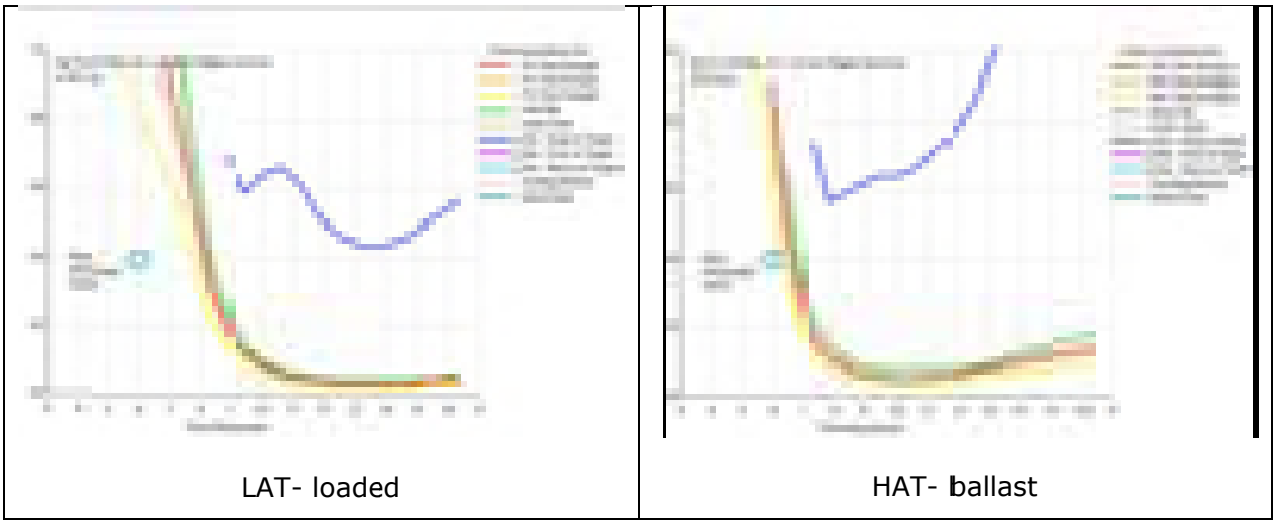
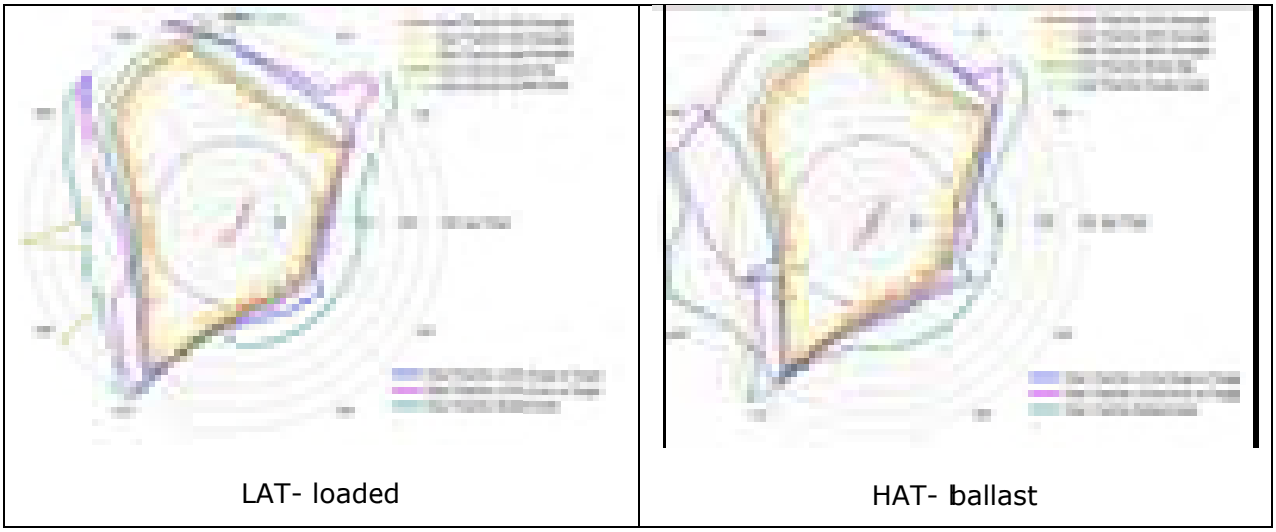


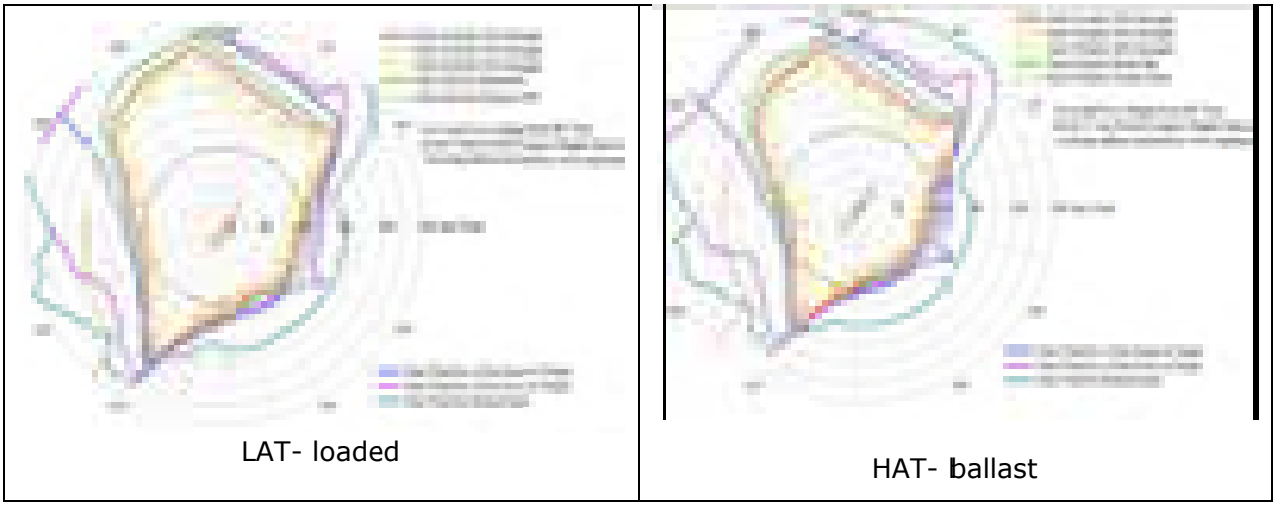
Figure 30. Coral Methane. Sea State Limit Curve



LAT- loaded

HAT- ballast

Figure 31. Coral Methane. Wind Capability Rose with no wave action



LAT- loaded

HAT- ballast

Figure 32. Coral Methane. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.4m, T: 6.0s.

From the 3 cases analyzed following results are obtained:

Coral Methane Small LNG Carrier								
Condition	**Wave - Windless**		**Wind - Without Wave Action**			**Wind - Wave Action**		
	Hs (m)	*Tp (s)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*
			(NE -E)	*(SSE - SSW)*	*(NW)*	*(NE -E)*	*(SSE - SSW)*	*(NW)*
LAT	0.4	6.0	47	47	> 60	46	47	> 60
HAT	0.4	6.0	47	47	> 60	45	45	> 60

Table 7.Coral Methane Operational thresholds.

5.2.2 Norgas Small LNG carrier

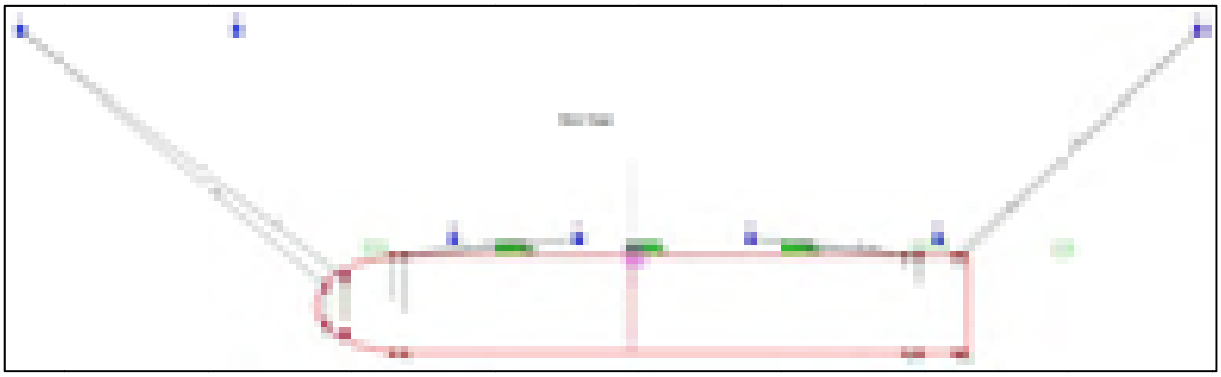


Figure 33. NORGAS. Mooring Layout

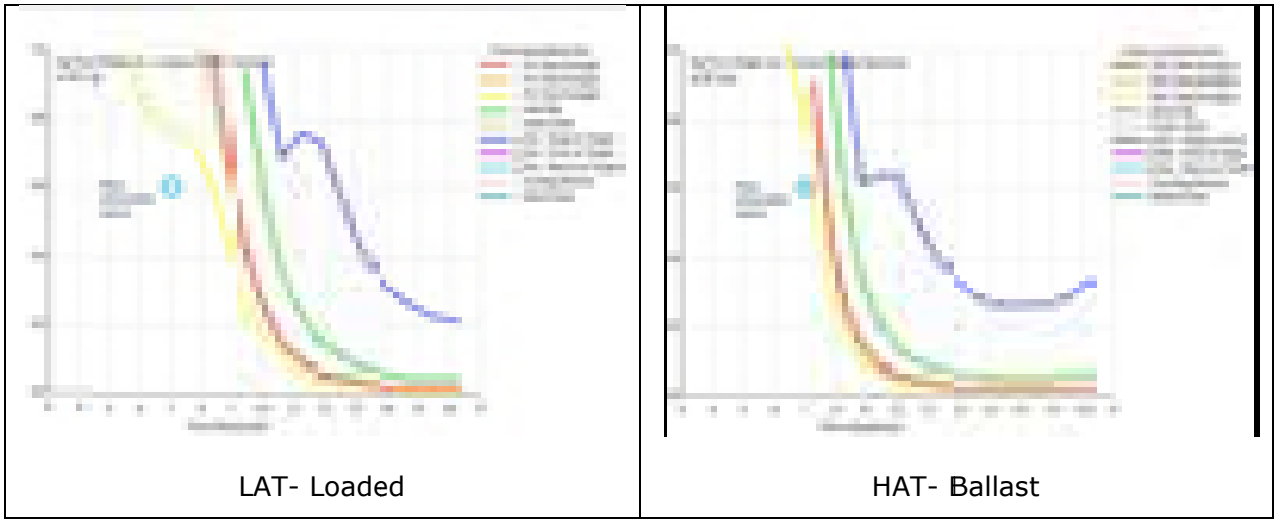
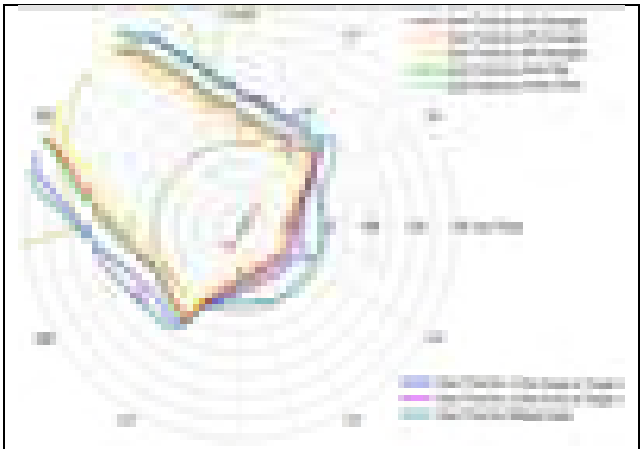
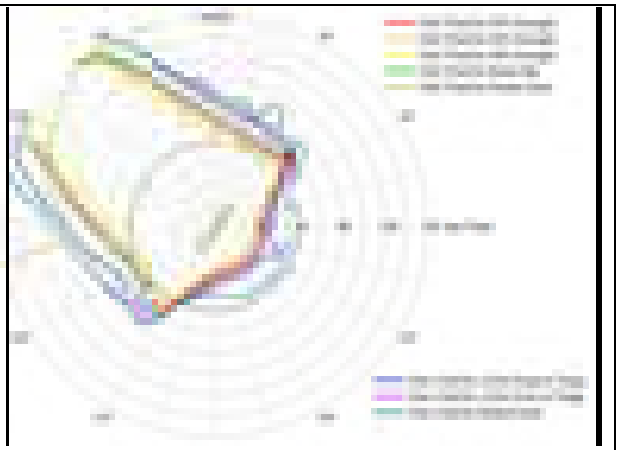


Figure 34. NORGAS. Sea State Limit Curve.

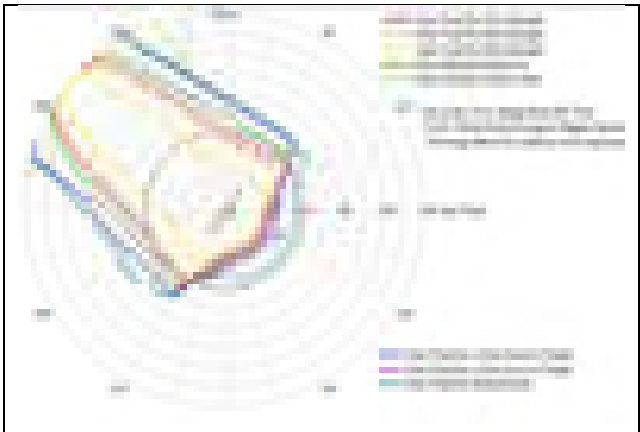


LAT- loaded

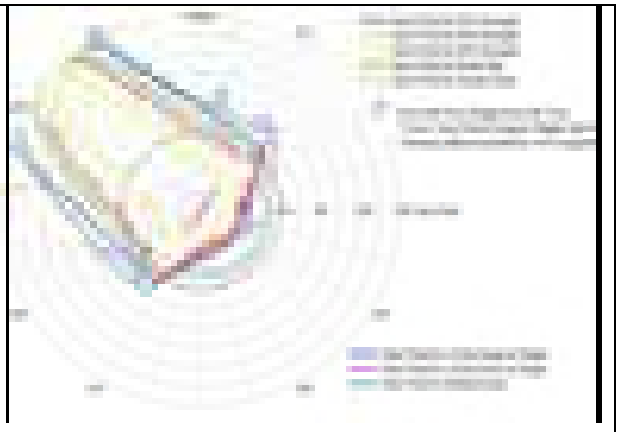


HAT- ballast

Figure 35. NORGAS. Wind Capability Rose with no wave action



LAT- loaded



HAT- ballast

Figure 36. NORGAS. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.6m, T: 7.0s.

From the 3 cases analyzed following results are obtained:

Norgas Small LNG Carrier								
Condition	**Wave - Windless**		**Wind - Without Wave Action**			**Wind - Wave Action**		
	Hs (m)	*Tp (s)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*
			(NE -E)	*(SSE - SSW)*	*(NW)*	*(NE -E)*	*(SSE - SSW)*	*(NW)*
LAT	0.6	7.0	30	28	> 60	30	22	> 60
HAT	0.6	7.0	30	28	> 60	25	22	> 60

Table 8. NORGAS. Operational thresholds.

5.2.1 15,000 m3 Small LNG carrier

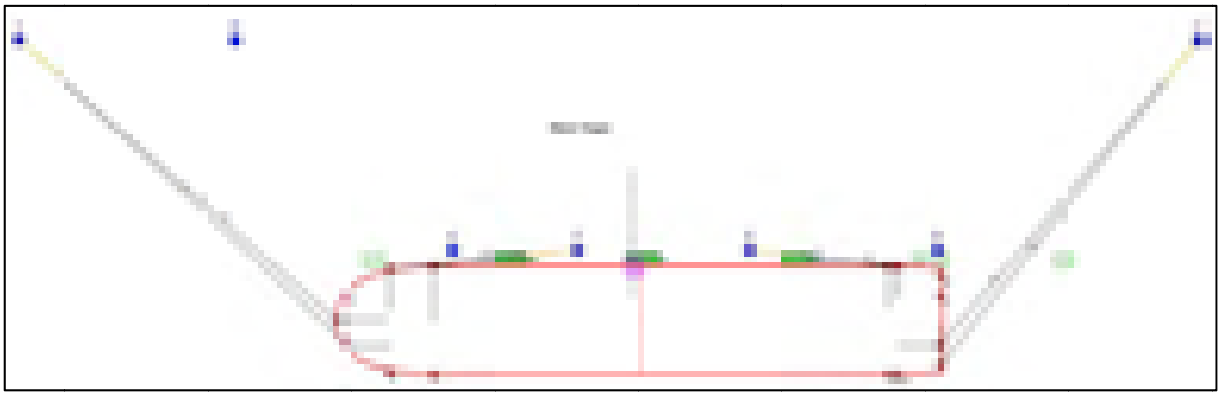


Figure 37. LNG 15,000 m^3. Mooring Layout

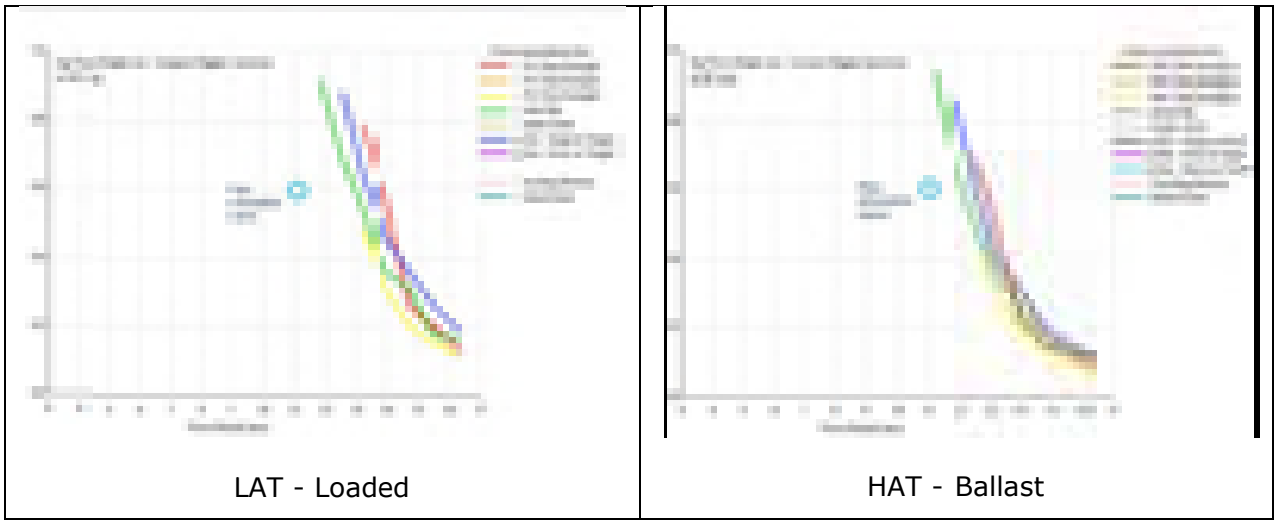
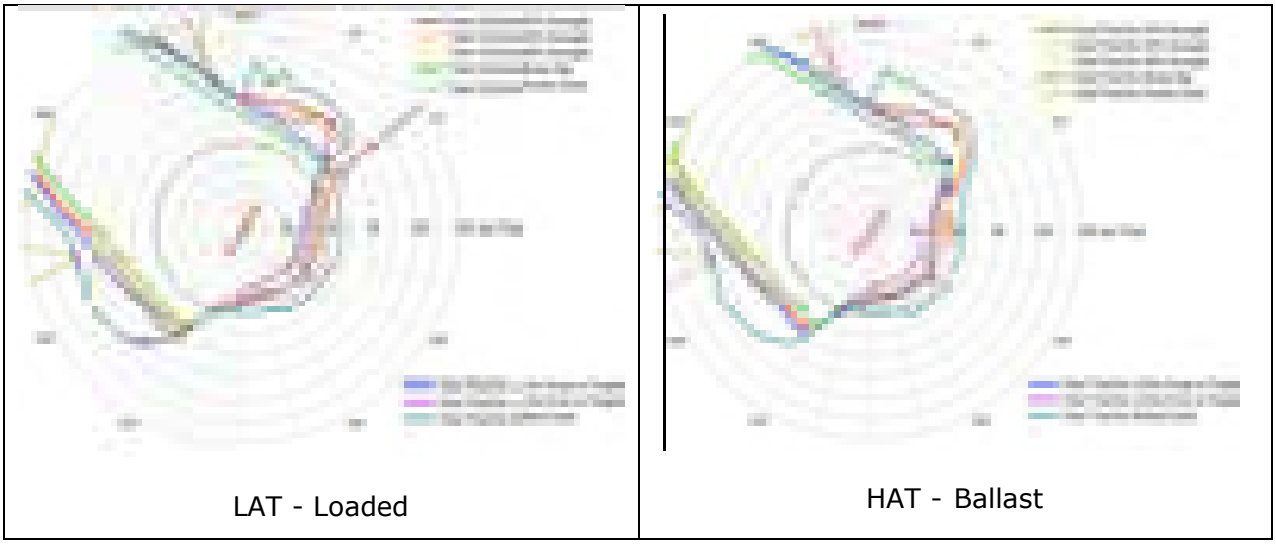
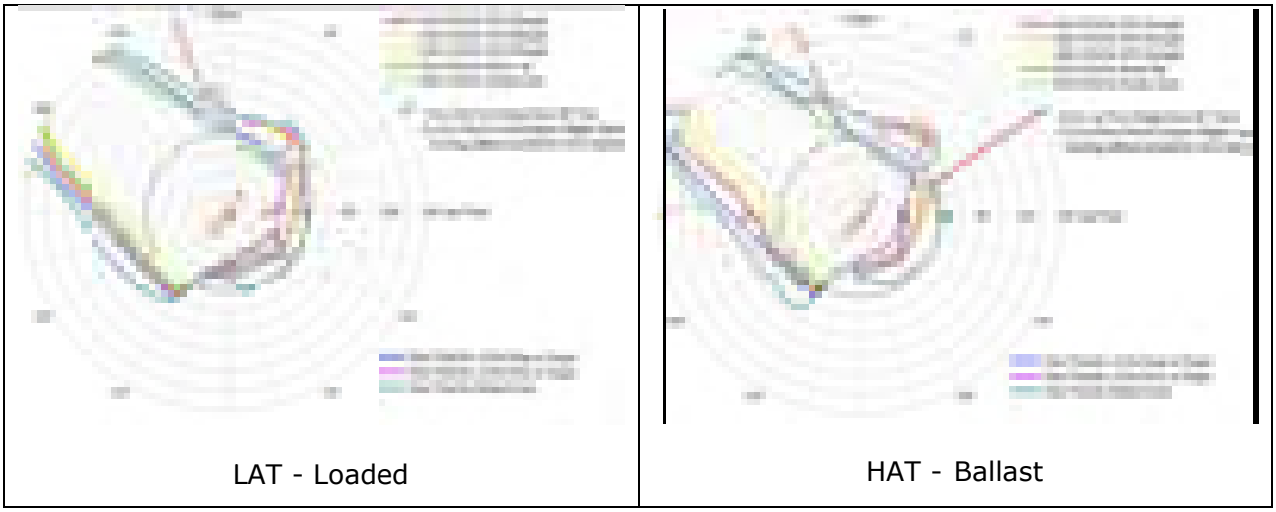


Figure 38. LNG 15,000 m^3. Sea State Limit Curve.



LAT - Loaded | HAT - Ballast

Figure 39. LNG 15,000 m³. Wind Capability Rose with no wave action



LAT - Loaded | HAT - Ballast

Figure 40. LNG 15,000 m³. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.6m, T: 11.0s.

From the 3 cases analyzed following results are obtained:

15,000 m³ Small LNG Carrier								
Condition	**Wave - Windless**		**Wind - Without Wave Action**			**Wind - Wave Action**		
	Hs (m)	*Tp (s)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*
			(NE -E)	*(SSE - SSW)*	*(NW)*	*(NE -E)*	*(SSE - SSW)*	*(NW)*
LAT	0.6	11.0	38	38	> 60	37	32	> 60
HAT	0.6	11.0	38	38	> 60	30	30	> 60

Table 9.15,000 m³ Operational thresholds.

5.2.2 Coral Energy Small LNG carrier

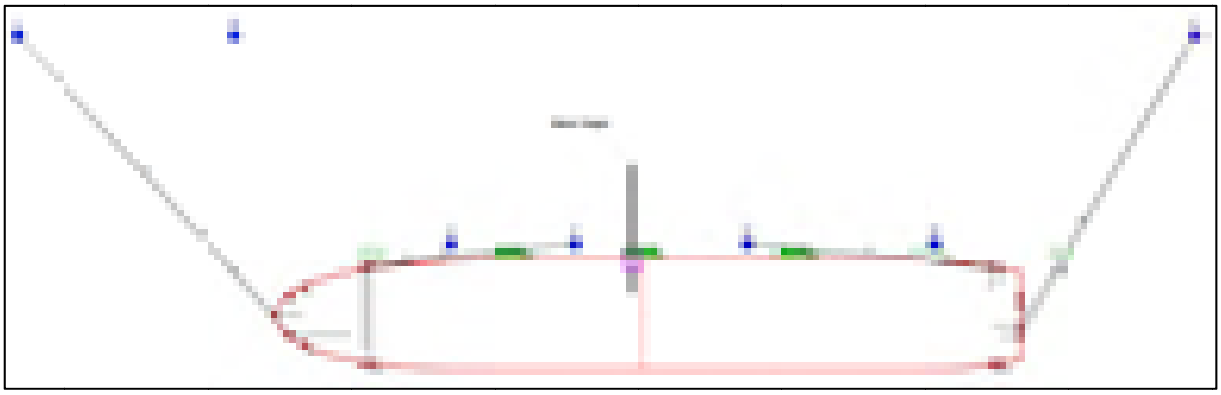


Figure 41. Coral Energy. Mooring Layout

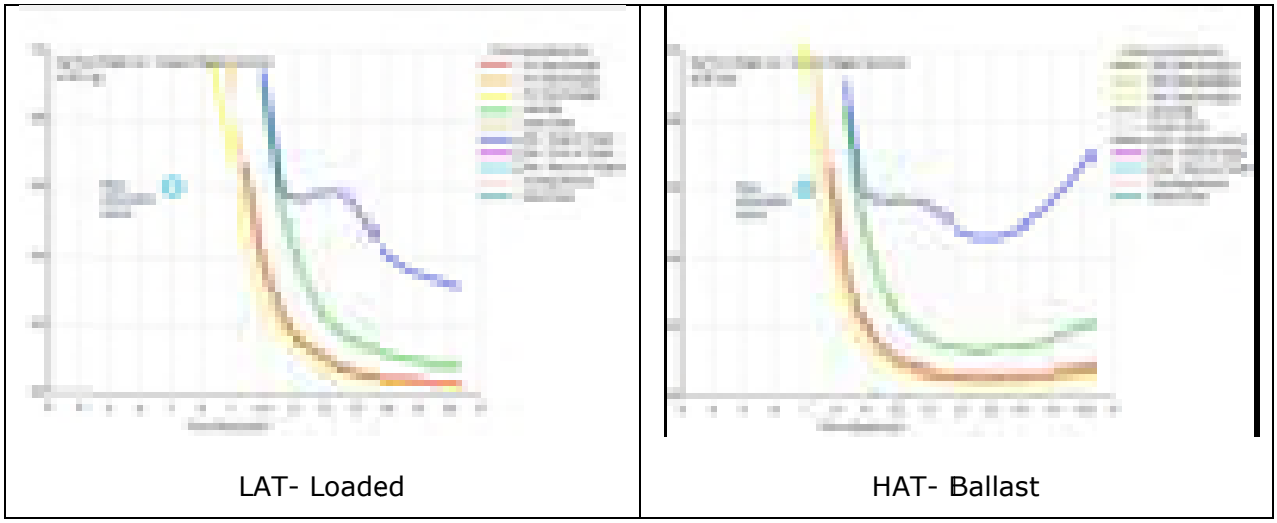
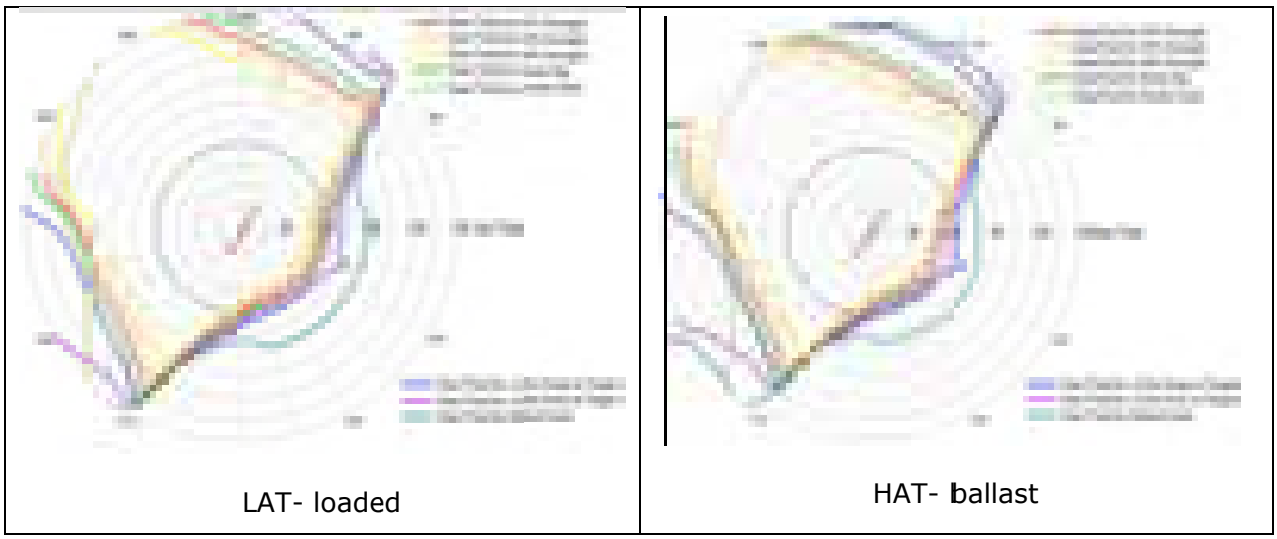


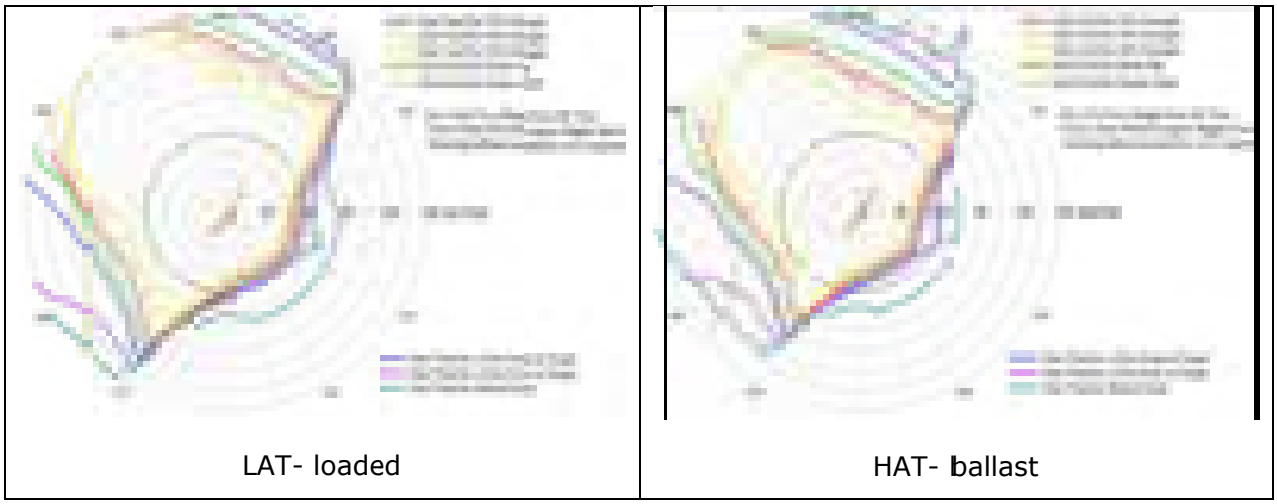
Figure 42. Coral Energy. Sea State Limit Curve.



LAT- loaded

HAT- ballast

Figure 43. Coral Energy. Wind Capability Rose with no wave action



LAT- loaded

HAT- ballast

Figure 44. Coral Energy. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.6m, T: 7.0s.

From the 3 cases analyzed following results are obtained:

Coral Energy Small LNG Carrier								
Condition	**Wave - Windless**		**Wind - Without Wave Action**			**Wind - Wave Action**		
	Hs (m)	*Tp (s)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*
			(NE -E)	*(SSE - SSW)*	*(NW)*	*(NE -E)*	*(SSE - SSW)*	*(NW)*
LAT	0.6	7.0	45	45	> 60	42	42	> 60
HAT	0.6	7.0	37	37	> 60	35	35	> 60

Table 10.Coral Energy. Operational thresholds.

5.2.3 Aman Bintulu Small LNG carrier

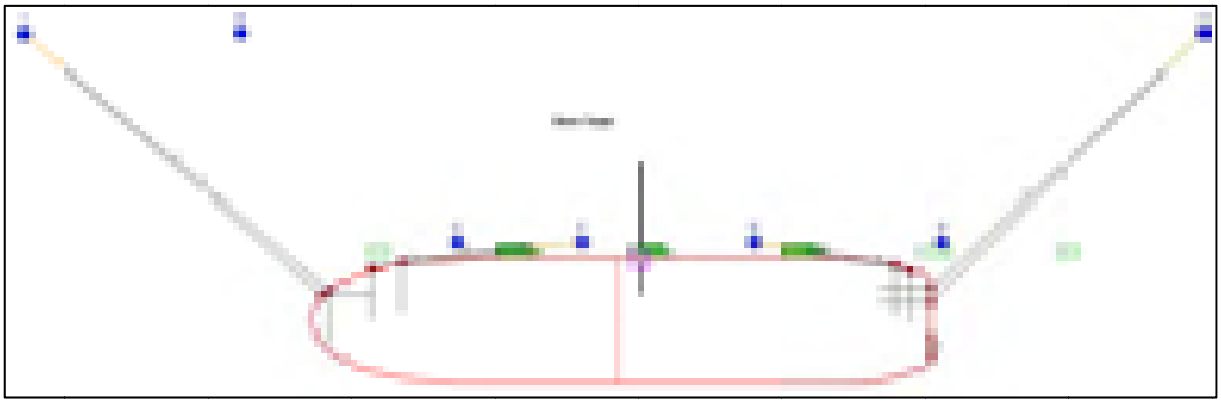


Figure 45. Aman Bintulu. Mooring Layout.

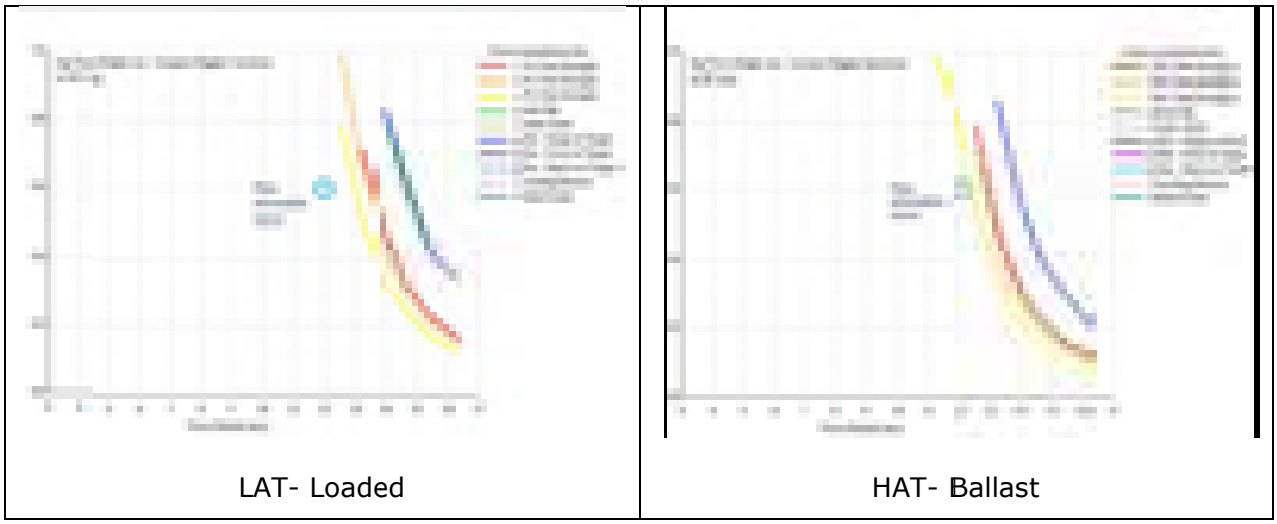
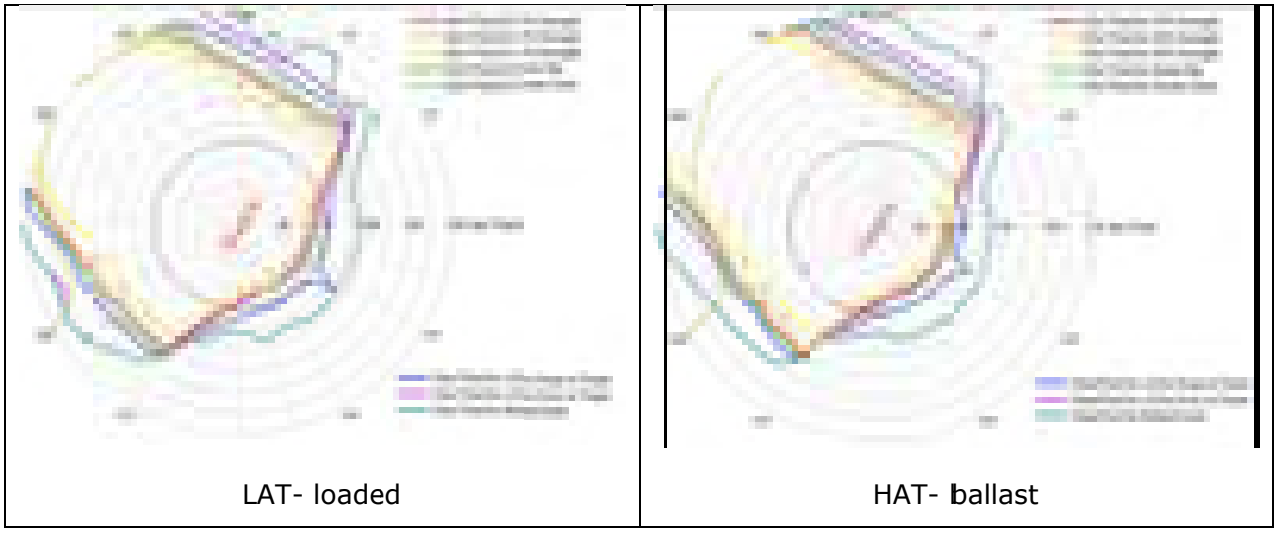
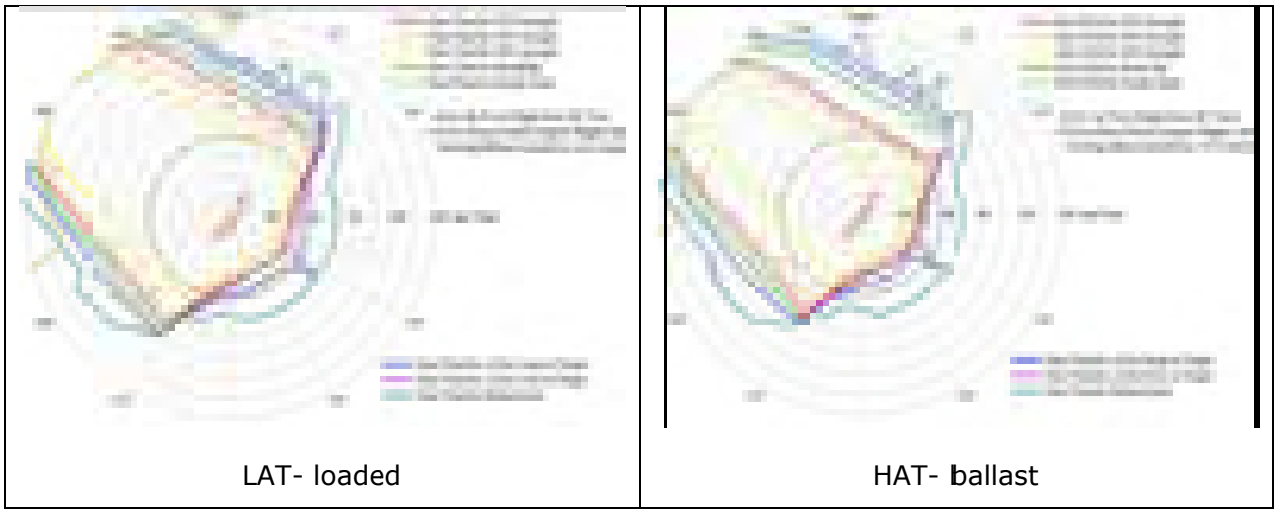


Figure 46. Aman Bintulu. Sea State Limit Curve.



LAT- loaded	HAT- ballast

Figure 47. Aman Bintulu. Wind Capability Rose with no wave action



LAT- loaded	HAT- ballast

Figure 48. Aman Bintulu. Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.6m, T: 12.0s.

From the 3 cases analyzed following results are obtained:

Aman Bintulu Small LNG Carrier								
Condition	**Wave - Windless**		**Wind - Without Wave Action**			**Wind - Wave Action**		
	Hs (m)	*Tp (s)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*
			(NE -E)	*(SSE - SSW)*	*(NW)*	*(NE -E)*	*(SSE - SSW)*	*(NW)*
LAT	0.6	12.0	45	42	> 60	35	35	> 60
HAT	0.6	12.0	42	42	> 60	31	31	> 60

Table 11.Aman Bintulu Operational thresholds.

5.2.4 WSD50 20K Small LNG carrier

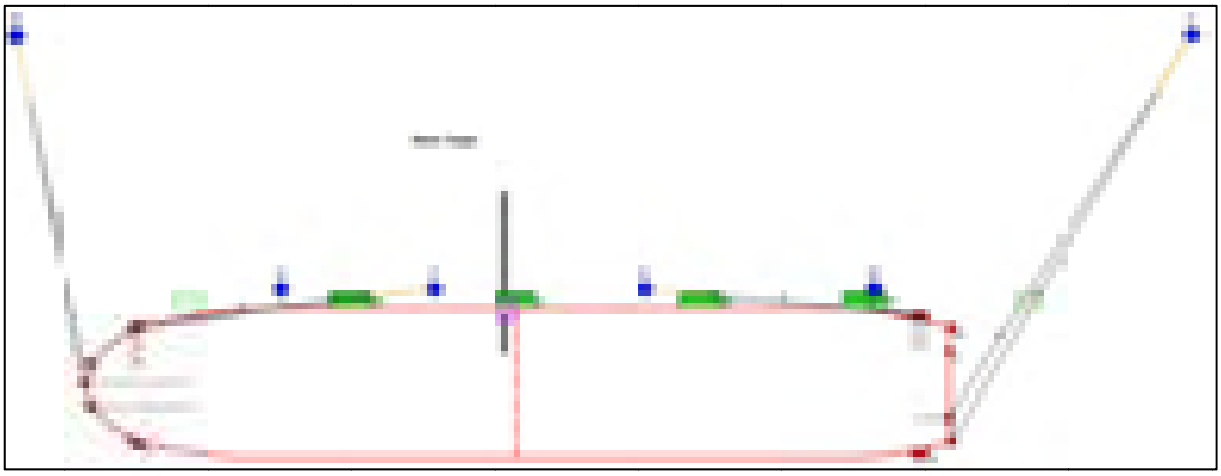


Figure 49 WSD50 20K. Mooring Layout

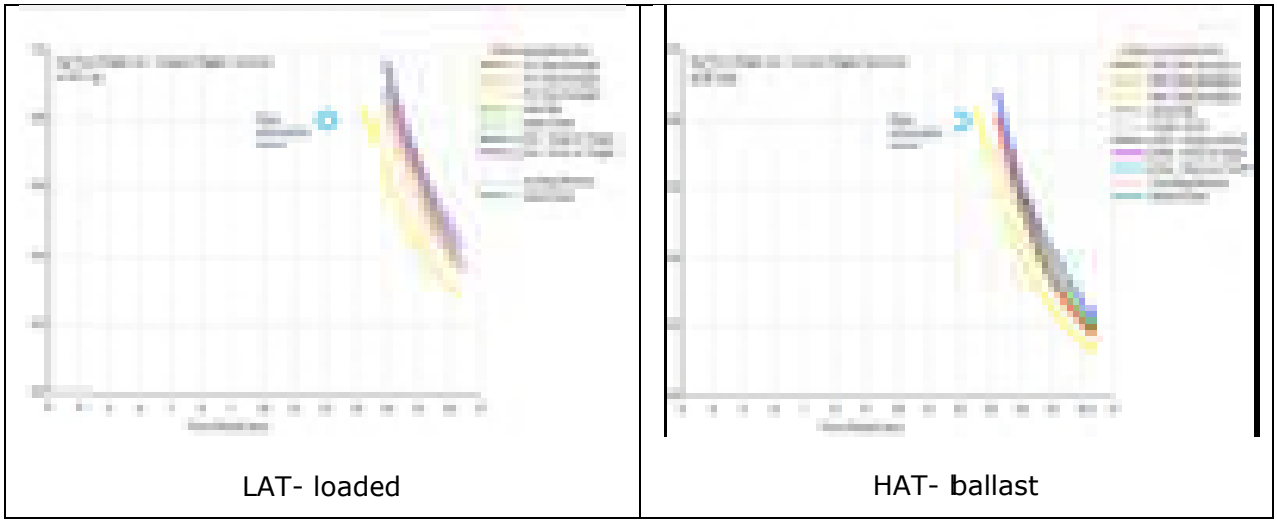
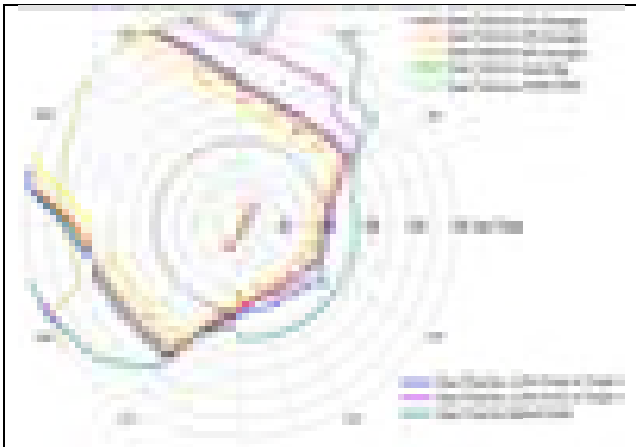
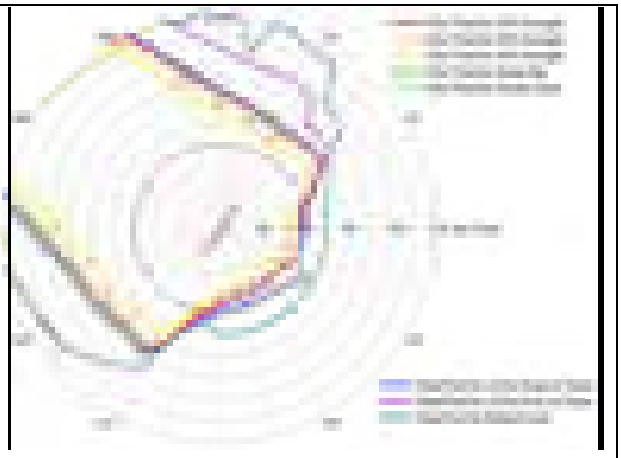


Figure 50 Example of Sea State Limit Curve

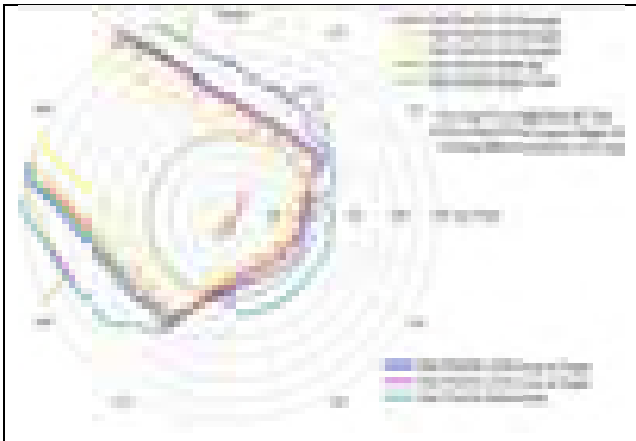


LAT- loaded

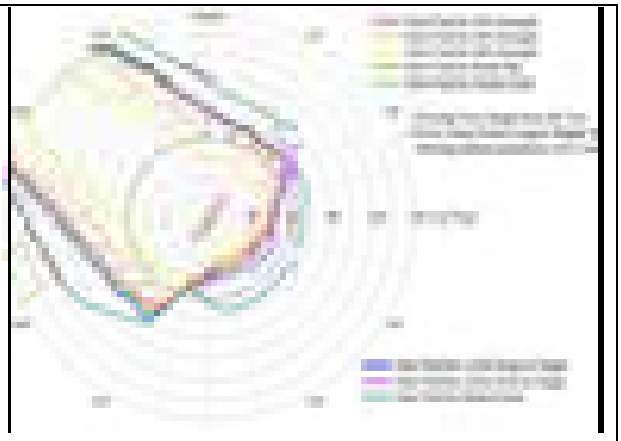


HAT- ballast

Figure 51 Wind Capability Rose with no wave action



LAT- loaded



HAT- ballast

Figure 52 Wind Capability Rose & Wave: Hs: 0.8m, T: 12.0s.

From the 3 cases analyzed following results are obtained:

WSD50 20K Small LNG Carrier								
Condition	**Wave - Windless**		**Wind - Without Wave Action**			**Wind - Wave Action**		
	Hs (m)	*Tp (s)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*	*Levante (Knots)*	*Garbí (Knots)*	*Terral (Knots)*
			(NE -E)	*(SSE - SSW)*	*(NW)*	*(NE -E)*	*(SSE - SSW)*	*(NW)*
LAT	0.8	12.0	47	42	> 60	42	42	> 60
HAT	0.8	12.0	45	42	> 60	35	30	> 60

Table 12.WSD50 20K Operational thresholds.

6.- DOWNTIME ESTIMATION

A preliminary estimation of the downtime rates associated to the operational thresholds obtained from the dynamic moored ship analysis have been carried out. This estimation is based in the wind and wave data as exposed on sections 4.2 and 4.3.

LNG carriers with capacities below 15,000m3 show operability restrictions when facing wave action beyond 0.4-0.6 m and 7 s; whereas LNG carrier over 15,000m^3 are able to withstand wave up to 10-12 seconds and 0.6 m.

By crossing these wave thresholds with the wave action at Saggas' berth, which is expected to be associated to significant heights below 0.1 m regardless the period in more than 95% of the operation time, it can be preliminary established that the new potential small scale LNG target fleet will show downtime rates lower than 5%.

From the wind side, the results of the moored vessel study show that when considering absence of waves, all carriers are able to withstand wind velocities beyond 28-30 knots coming from the three prevailing directional components: Levante (NE-E), Garbí (SSE - SSW) and Terral (NW).

Considering available wind data, it has been estimated that, regardless its incoming direction, wind velocity values hourly averaged remain below 20 knots (10 m/s) during approximately 95% of time and below 24 knots (12m/s) during 98% of time. Optimoor wind analysis is based on 30 s wind gust components, therefore input data as hourly mea values need to be corrected to equivalent 30 s gusts.

General gust factors for wind velocities corrections are shown on following table:

Gust factor for 1 hour mean velocity		Gust factor for 10 min mean velocity	
Wind duration	*Gust factor*	*Wind duration*	*Gust factor*
3 s mean	1.56	3 s mean	1.35
10 s mean	1.48	10 s mean	1.30
1 min mean	1.28	15 s mean	1.27
10 min mean	1.12	30 s mean	1.21
30 min mean	1.05	1 min mean	1.15
1 h mean	1.00	10 min mean	1.00

Table 13. Gust factor for mean wind velocities. Source: Port's Designers Handbook, Carl A. Thoresen.

By the application of above shown gust coefficients, 1 hourly mean wind velocities can be transformed to equivalent 30 s gust values using 1.35 conversion factor.

Hence, typical wind velocities associated to 30 s gusts are 27.0 and 32.4 for 95 and 98 non exceedance percentages respectively.

According to the moored vessel analysis results, small LNG carriers could be operating at the existing marine terminal with downtime rates lower than 5%.

7.- CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

After the dynamic moored vessel analysis carried out for all nine ships included within the small scale LNG target fleet following main conclusions can be drafted regarding expected mooring conditions:

- Small LNG carriers with storing capacities in the range of 2,000 -20,000m^3 show acceptable morning behavior according to the expected prevailing metocean conditions at the existing Saggas' marine terminal.
- Downtime operability rates regarding wave isolated action is expected to be lower than 5%.
- Downtime operability rates regarding wind isolated action is expected to be lower than 5%.

Despite the good results obtained from the moored vessel analysis it has to be noticed that all available data regarding small scale LNG vessels correspond either to project vessels not built or existing vessel already operating in particular areas (Baltic Sea, Indonesia, etc.). Therefore, the analyzed fleet should not be considered as generic ships and obtained results cannot be applied to any other vessel with similar capacities.

The existing marine facilities at Saggas LG terminal count with very favourable conditions, in terms of structure features as well as mild metocean conditions, in order to be compatible with a wide range of LNG carriers with acceptable operability rates. Nevertheless, any particular vessel intended to develop loading or unloading operations at Sagunto will need to be subject to a particular compatibility and mooring analysis, especially it this particular carrier os out of the range of the original design fleet.

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

ANNEX I

OPTIMOOR MOORED VESSEL CALCULATION

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

APPENDINX 1: Optimoor moored vessel calculations

RECORD OF REVIEW

Review	Date	Prepared by	Approved by	Change description
1	17/12/15	MLC	AAM	First review of the document

TABLE OF CONTENTS

1.- 2,000 M3. LOADED-LOW ASTRONOMICAL TIDE..... 5

1.1.- Input Data 5

1.2.- Sea State Limit Curve 7

1.3.- Wind Limit Rose 8

1.4.- Wind Limit Rose 9

2.- 2,000 M3. BALLAST-HIGHEST ASTRONOMICAL TIDE.....10

2.1.- Input Data 10

2.2.- Sea State Limit Curve 12

2.3.- Wind Limit Rose 13

2.4.- Wind Limit Rose 14

3.- 4,000 M3. LOADED-LOW ASTRONOMICAL TIDE.....15

3.1.- Input Data 15

3.2.- Sea State Limit Curve 17

3.3.- Wind Limit Rose 18

3.4.- Wind Limit Rose 19

4.- 4,000 M3. BALLAST-HIGHEST ASTRONOMICAL TIDE.....20

4.1.- Input Data 20

4.2.- Sea State Limit Curve 22

4.3.- Wind Limit Rose 23

4.4.- Wind Limit Rose 24

5.- CORAL ANTHELIA. LOADED-LOW ASTRONOMICAL TIDE.....25

5.1.- Input Data 25

5.2.- Sea State Limit Curve 27

5.3.- Wind Limit Rose 28

5.4.- Wind Limit Rose 29

6.- CORAL ANTHELIA. BALLAST-HIGHEST ASTRONOMICAL TIDE.....30

6.1.- Input Data 30

6.2.- Sea State Limit Curve 32

6.3.- Wind Limit Rose 33

6.4.- Wind Limit Rose 34

7.- CORAL METHANE. LOADED-LOW ASTRONOMICAL TIDE.....35

7.1.- Input Data 35

7.2.- Sea State Limit Curve 37

7.3.- Wind Limit Rose 38

7.4.- Wind Limit Rose 39

8.- CORAL METHANE. BALLAST-HIGHEST ASTRONOMICAL TIDE.....40

8.1.- Input Data 40

8.2.- Sea State Limit Curve 42

8.3.- Wind Limit Rose 43

8.4.- Wind Limit Rose 44

9.- NORGAS. LOADED-LOW ASTRONOMICAL TIDE.....45

9.1.- Input Data 45

9.2.- Sea State Limit Curve 47

9.3.- Wind Limit Rose 48

9.4.- Wind Limit Rose 49

10.- NORGAS. BALLAST-HIGHEST ASTRONOMICAL TIDE.....50

10.1.- Input Data 50

10.2.- Sea State Limit Curve 52

10.3.- Wind Limit Rose53

10.4.- Wind Limit Rose54

11.- 15,000 M3. LOADED-LOW ASTRONOMICAL TIDE.....57

11.1.- Input Data 57

11.2.- Sea State Limit Curve 59

11.3.- Wind Limit Rose60

11.4.- Wind Limit Rose61

12.- 15,000 M3. BALLAST-HIGHEST ASTRONOMICAL TIDE.....62

12.1.- Input Data 62

12.2.- Sea State Limit Curve 64

12.3.- Wind Limit Rose65

12.4.- Wind Limit Rose66

13.- CORAL ENERGY. LOADED-LOW ASTRONOMICAL TIDE.....67

13.1.- Input Data 67

13.2.- Sea State Limit Curve 69

13.3.- Wind Limit Rose70

13.4.- Wind Limit Rose71

14.- CORAL ENERGY. BALLAST-HIGHEST ASTRONOMICAL TIDE.....72

14.1.- Input Data 72

14.2.- Sea State Limit Curve 74
14.3.- Wind Limit Rose75
14.4.- Wind Limit Rose76
15.- AMAN BINTULU. LOADED-LOW ASTRONOMICAL TIDE.....78
15.1.- Input Data 78
15.2.- Sea State Limit Curve 80
15.3.- Wind Limit Rose81
15.4.- Wind Limit Rose82
16.- AMAN BINTULU. BALLAST-HIGHEST ASTRONOMICAL TIDE.....83
16.1.- Input Data 83
16.2.- Sea State Limit Curve 85
16.3.- Wind Limit Rose86
16.4.- Wind Limit Rose87
17.- WSD50 20K. LOADED-LOW ASTRONOMICAL TIDE.....88
17.1.- Input Data 88
17.2.- Sea State Limit Curve 90
17.3.- Wind Limit Rose91
17.4.- Wind Limit Rose92
18.- WSD50 20K. BALLAST-HIGHEST ASTRONOMICAL TIDE.....93
18.1.- Input Data 93
18.2.- Sea State Limit Curve 95
18.3.- Wind Limit Rose96
18.4.- Wind Limit Rose97

1.- 2,000 m3. Loaded-Low Astronomical Tide

1.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes
Solid Pier Shields Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender Load-Compression Data

aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

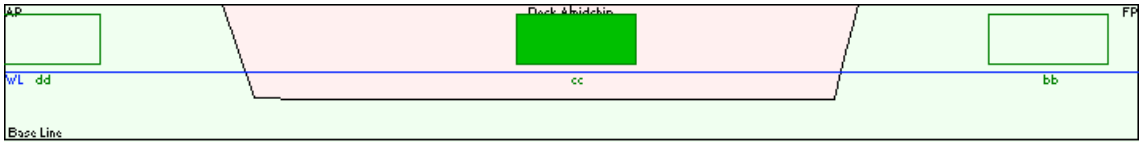
Vessel Data for 2000

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at AP

LBP:	66,9
Breadth:	14,8
Depth:	8,1
Target:	2,0 fwd from midship and 4,1 above deck at side
End-on projected windage area:	88 above deck level
Side projected windage area:	300 above deck level
Fendering possible from:	0,308 LBP aft of midship
to:	0,253 LBP fwd of midship
Current drag data based on:	OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on:	OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for:	Small LNG Ship
Roll Damping Coeff:	5% of Critical

Flatside Contour

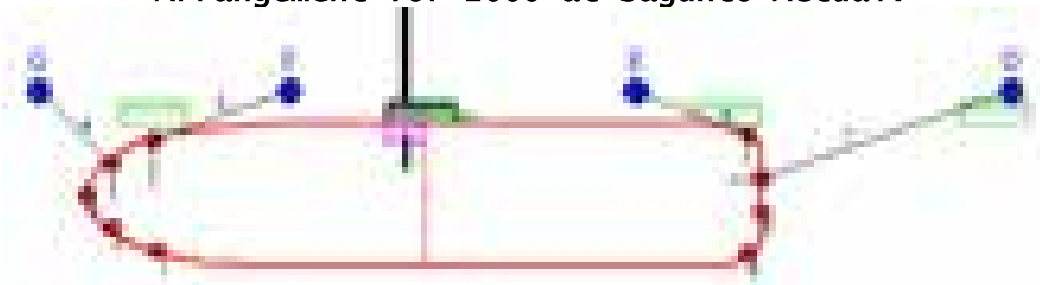
X-dist	12,8	14,8	17,8	28,3	33,8	49,0	49,3	50,4
Depth	0,0	5,5	5,6	5,6	5,6	5,6	3,9	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
1	61,3	-5,8	1,6	5,3	15	4	18 SW 26	
2	66,0	-3,3	1,6	4,2	15	4	18 SW 26	
3	68,5	0,0	1,6	8,4	15	4	18 SW 26	
4	66,0	3,3	1,6	4,2	15	4	18 SW 26	
5	61,7	5,8	1,6	5,3	15	4	18 SW 26	
6	-0,2	6,2	0,5	2,9	15	4	18 SW 26	
7	-1,6	1,8	0,5	3,7	15	4	18 SW 26	
8	-1,6	-1,8	0,5	3,7	15	4	18 SW 26	
9	-0,1	-6,2	0,5	2,9	15	4	18 SW 26	

Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)

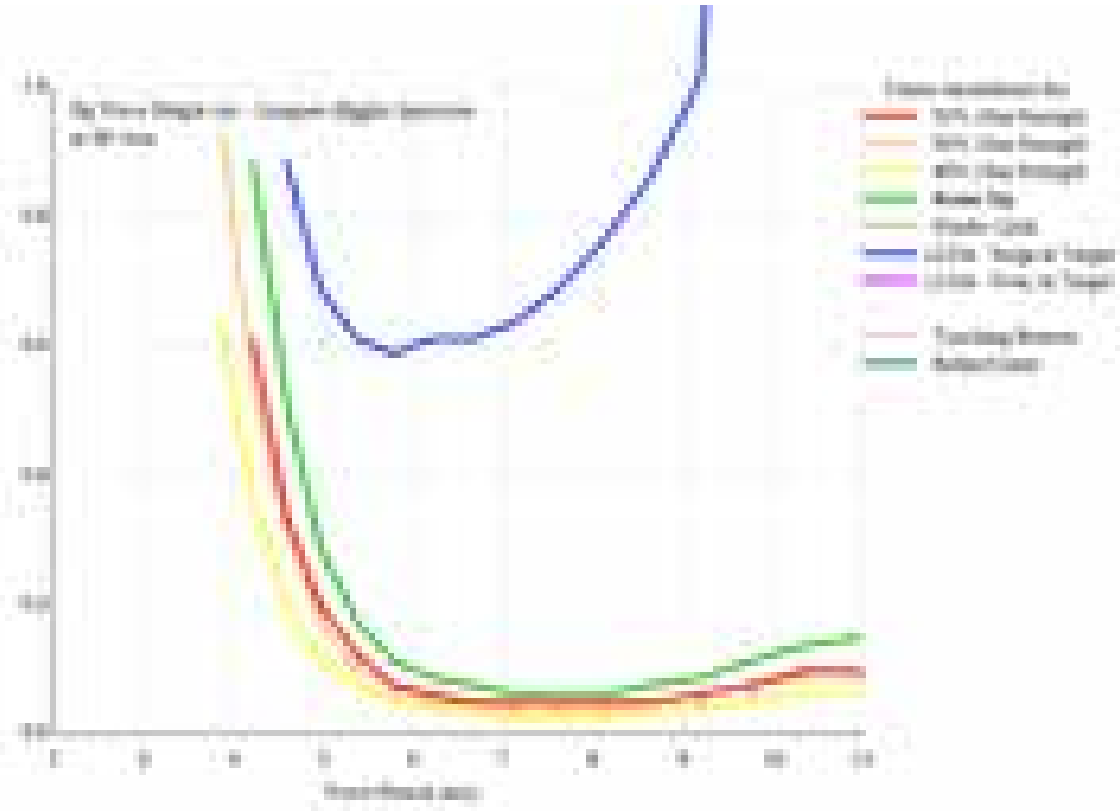
Arrangement for 2000 at Sagunto Actual.



1.2.- Sea State Limit Curve

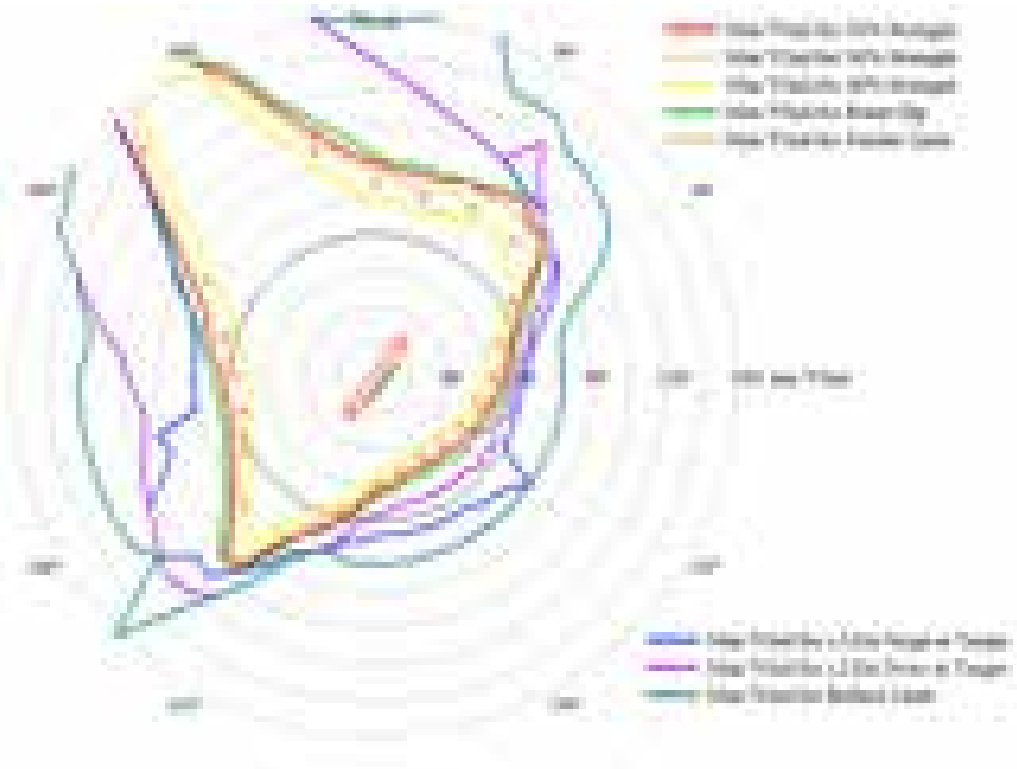
3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: -0,43 above datum
Draft: 4,1
Trim: 0,0



1.3.- Wind Limit Rose

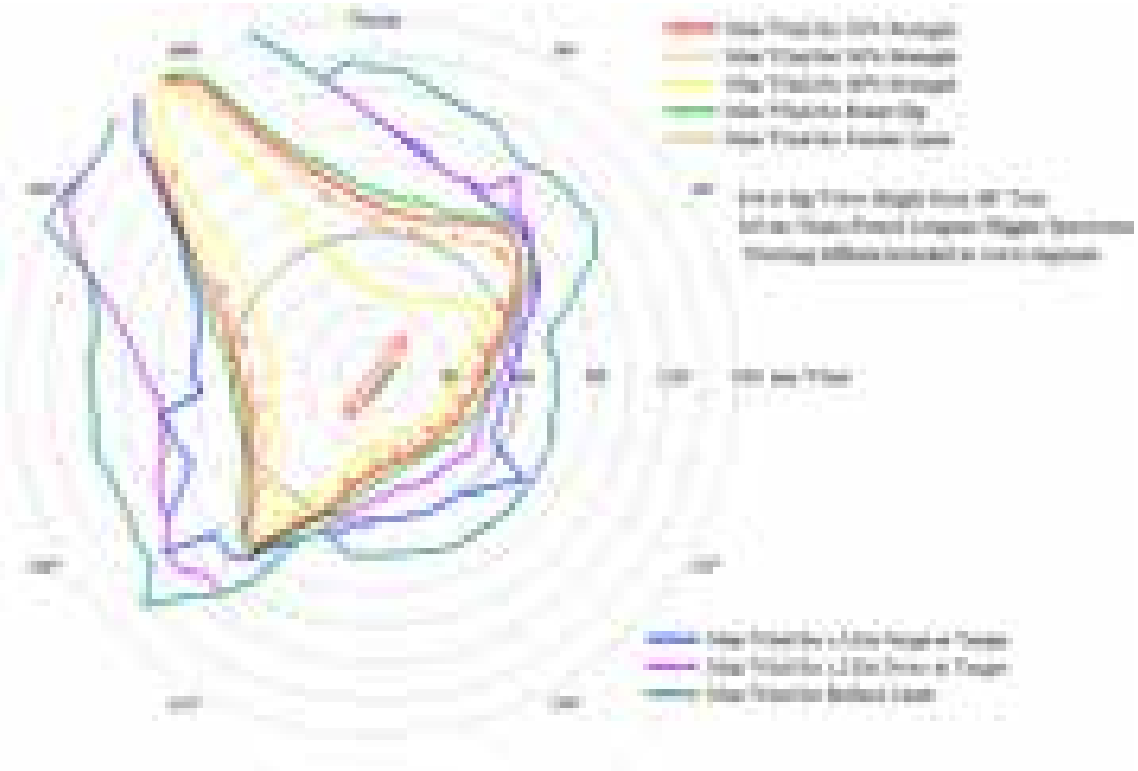
```
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
              Ref:
          Remarks: Remarks:i
      Water Level:  -0,43 above datum
            Draft:   4,1
             Trim:   0,0
```



1.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: -0,43 above datum
Draft: 4,1
Trim: 0,0



2.- 2,000 m3. Ballast-Highest Astronomical Tide

2.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes
Solid Pier Shields Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender Load-Compression Data

aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

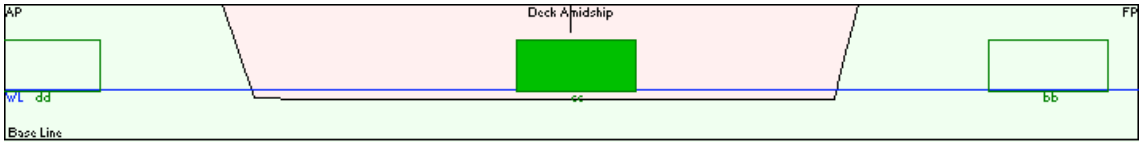
Vessel Data for 2000

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at AP

LBP:	66,9
Breadth:	14,8
Depth:	8,1
Target:	2,0 fwd from midship and 4,1 above deck at side
End-on projected windage area:	88 above deck level
Side projected windage area:	300 above deck level
Fendering possible from:	0,308 LBP aft of midship
to:	0,253 LBP fwd of midship
Current drag data based on:	OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on:	OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for:	Small LNG Ship
Roll Damping Coeff:	5% of Critical

Flatside Contour

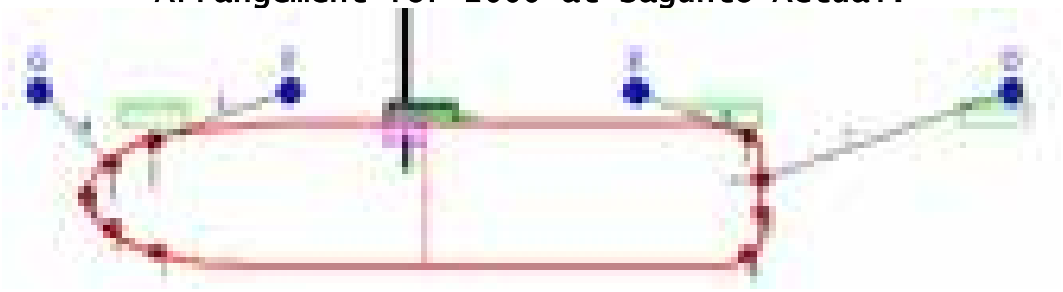
X-dist	12,8	14,8	17,8	28,3	33,8	49,0	49,3	50,4
Depth	0,0	5,5	5,6	5,6	5,6	5,6	3,9	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
1	61,3	-5,8	1,6	5,3	15	4	18 SW 26	
2	66,0	-3,3	1,6	4,2	15	4	18 SW 26	
3	68,5	0,0	1,6	8,4	15	4	18 SW 26	
4	66,0	3,3	1,6	4,2	15	4	18 SW 26	
5	61,7	5,8	1,6	5,3	15	4	18 SW 26	
6	-0,2	6,2	0,5	2,9	15	4	18 SW 26	
7	-1,6	1,8	0,5	3,7	15	4	18 SW 26	
8	-1,6	-1,8	0,5	3,7	15	4	18 SW 26	
9	-0,1	-6,2	0,5	2,9	15	4	18 SW 26	

Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)

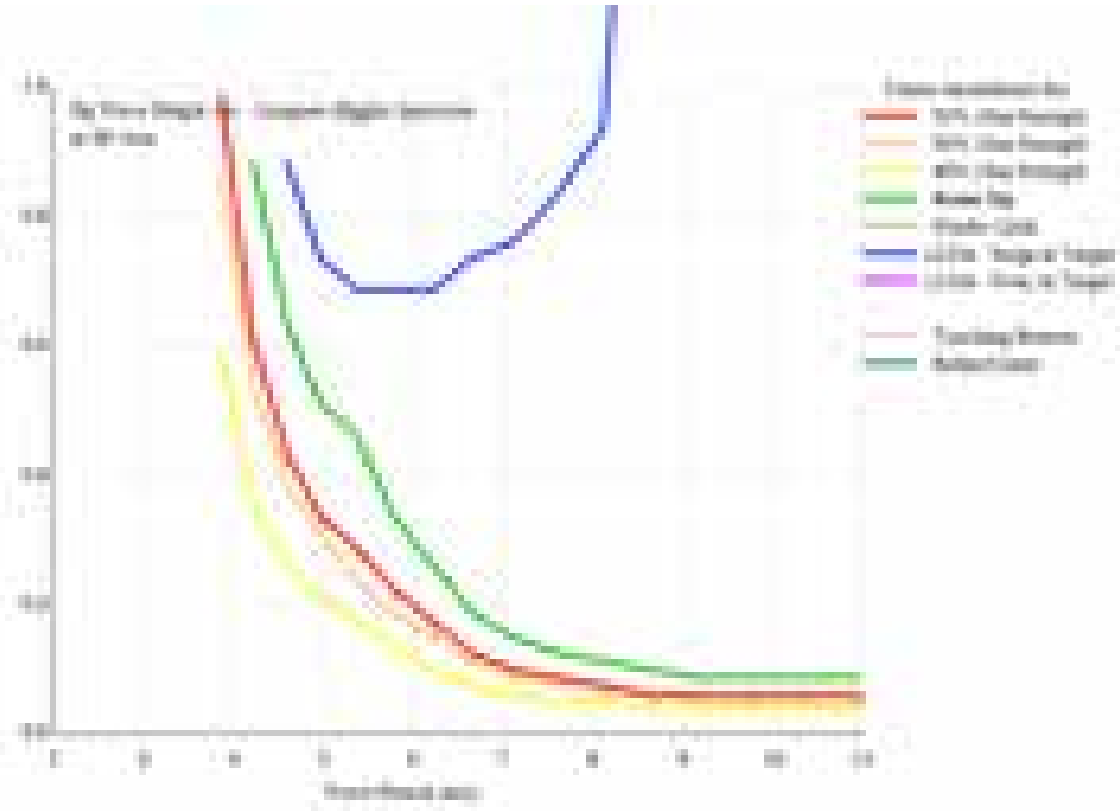
Arrangement for 2000 at Sagunto Actual.



2.2.- Sea State Limit Curve

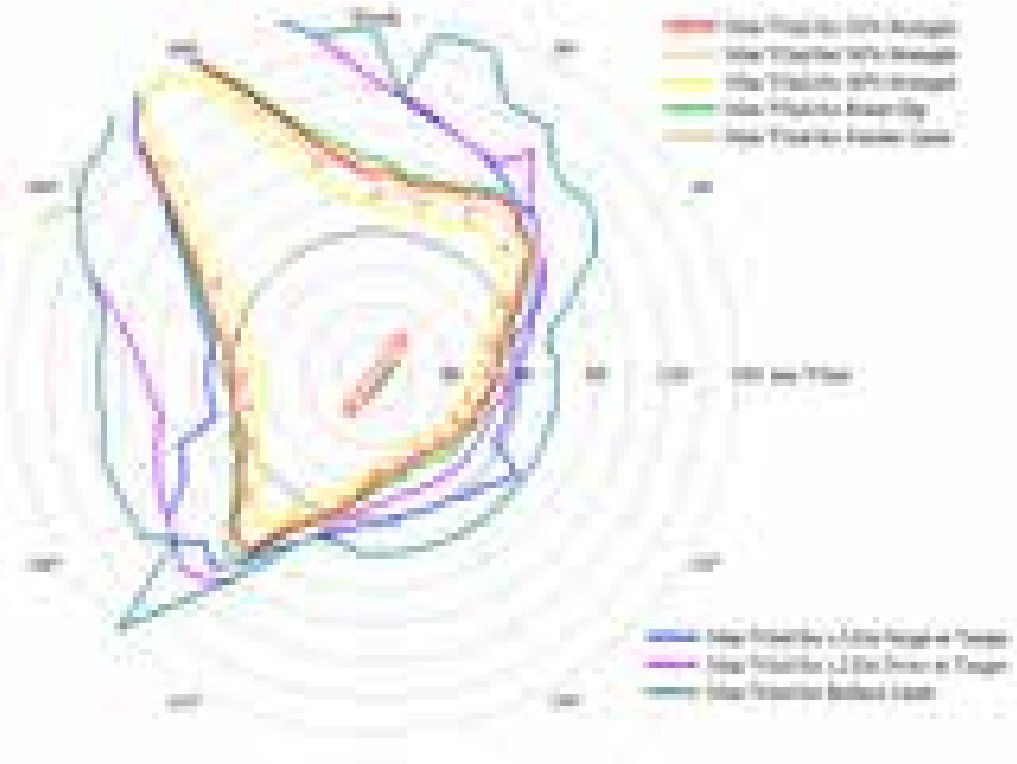
3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,22 above datum
Draft: 3,1
Trim: 0,0



2.3.- Wind Limit Rose

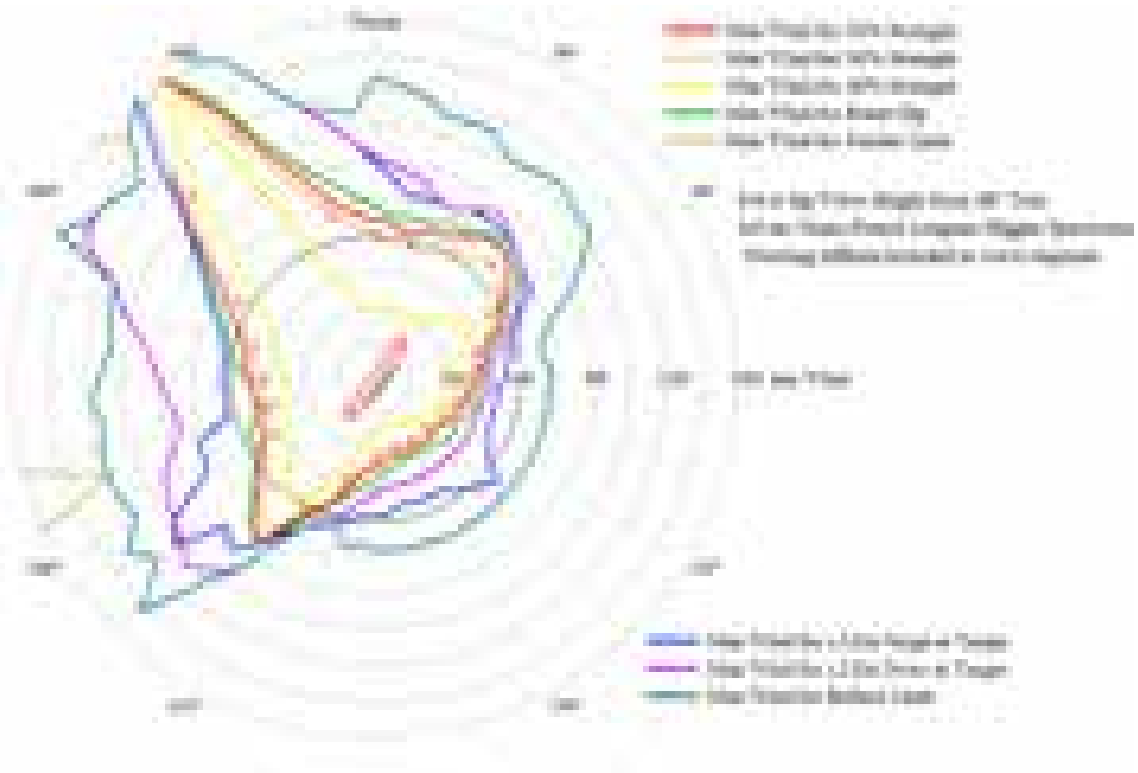
```
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
              Ref:
          Remarks: Remarks:i
      Water Level:   0,22 above datum
            Draft:   3,1
             Trim:   0,0
```



2.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,22 above datum
Draft: 3,1
Trim: 0,0



3.- 4,000 m3. Loaded-Low Astronomical Tide

3.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes
Solid Pier Shields Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender Load-Compression Data

aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

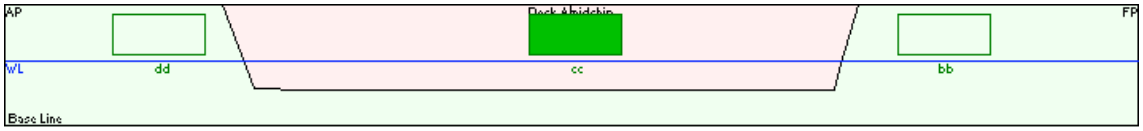
Vessel Data for 4000

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at Target

LBP: 85,9
Breadth: 15,7
Depth: 9,4
Target: -3,4 fwd from midship and 4,1 above deck at side
End-on projected windage area: 100 above deck level
Side projected windage area: 420 above deck level
Fendering possible from: 0,308 LBP aft of midship
to: 0,253 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on: OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for: Small LNG Ship
Roll Damping Coeff: 5% of Critical

Flatside Contour

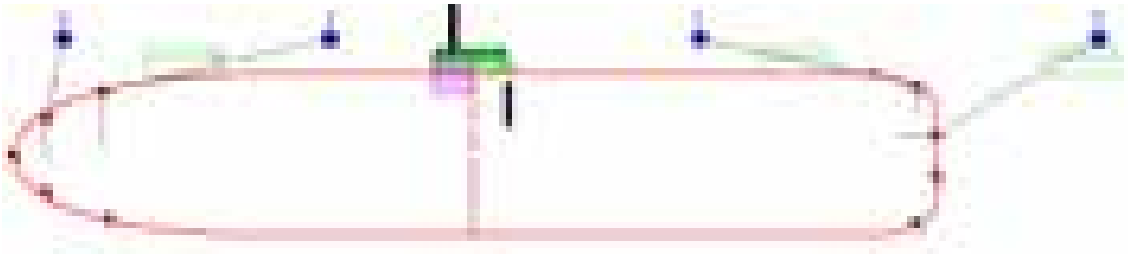
X-dist	-23,1	-20,6	-16,7	-3,3	3,8	23,4	23,8	25,2
Depth	0,0	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	4,6	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
1	39,1	-6,2	1,6	5,3	15	4	18 SW 26	
2	45,2	-3,5	1,6	4,2	15	4	18 SW 26	
3	48,4	0,0	1,6	8,4	15	4	18 SW 26	
4	45,2	3,5	1,6	4,2	15	4	18 SW 26	
5	39,6	6,2	1,6	5,3	15	4	18 SW 26	
6	-39,8	6,6	0,5	2,9	15	4	18 SW 26	
7	-41,6	1,9	0,5	3,7	15	4	18 SW 26	
8	-41,6	-1,9	0,5	3,7	15	4	18 SW 26	
9	-39,7	-6,6	0,5	2,9	15	4	18 SW 26	

Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)

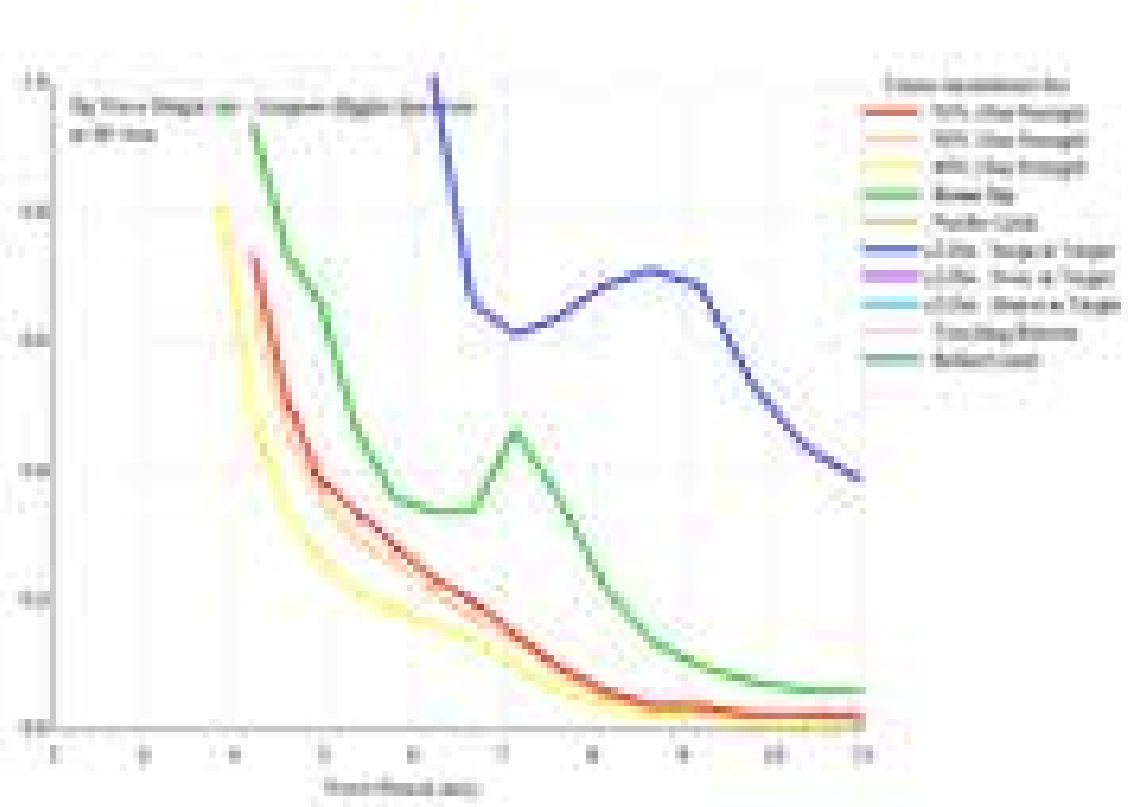
Arrangement for 4000 at Sagunto Actual.



3.2.- Sea State Limit Curve

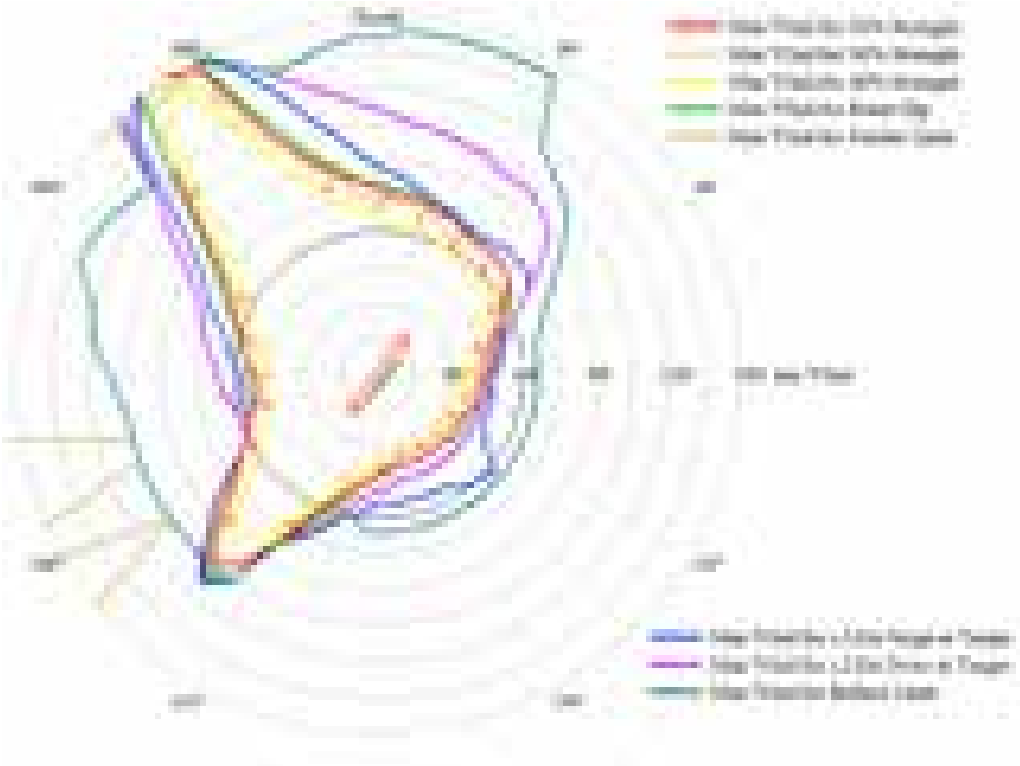
3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: -0,43 above datum
Draft: 5,1
Trim: 0,0



3.3.- Wind Limit Rose

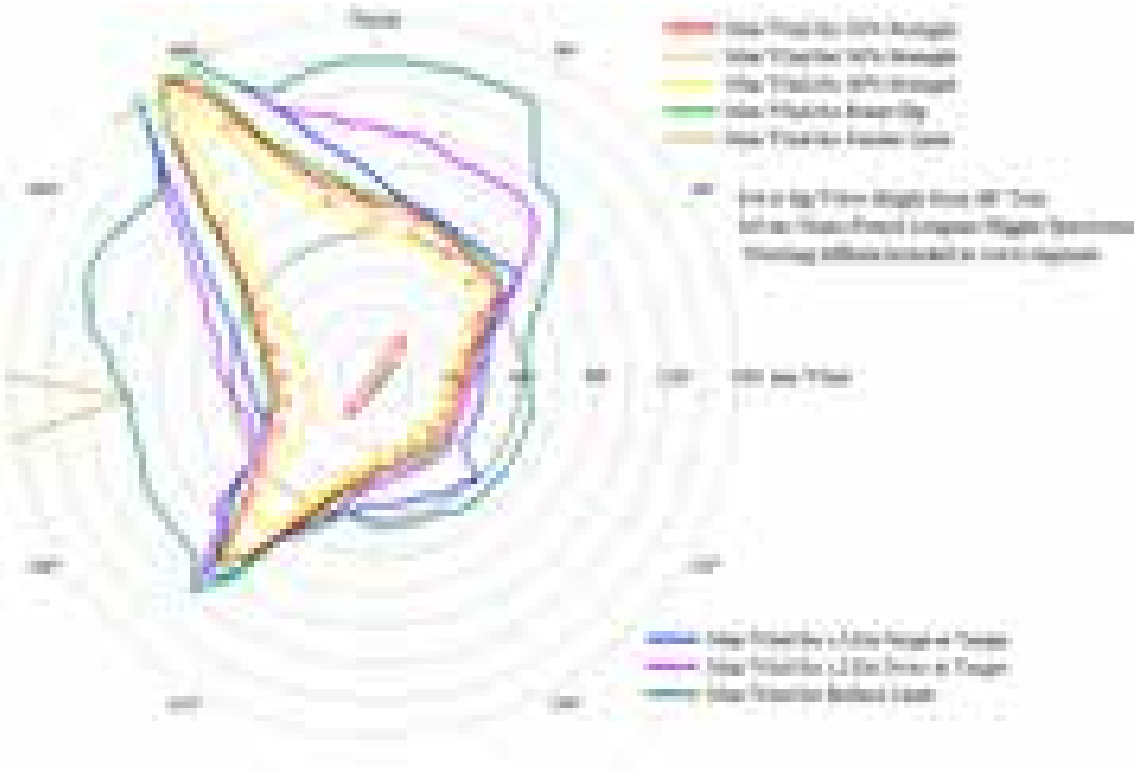
```
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
              Ref:
          Remarks: Remarks:i
      Water Level:  -0,43 above datum
            Draft:   5,1
             Trim:   0,0
```



3.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: -0,43 above datum
Draft: 5,1
Trim: 0,0



4.- 4,000 m3. Ballast-Highest Astronomical Tide

4.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes
Solid Pier Shields Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender Load-Compression Data

aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

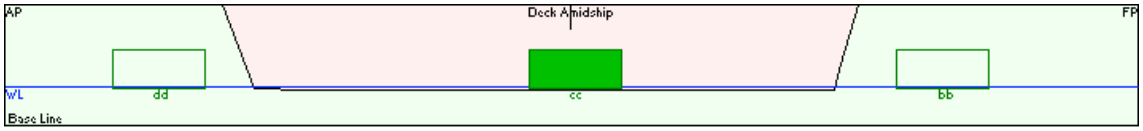
Vessel Data for 4000

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at Target

LBP: 85,9
Breadth: 15,7
Depth: 9,4
Target: -3,4 fwd from midship and 4,1 above deck at side
End-on projected windage area: 100 above deck level
Side projected windage area: 420 above deck level
Fendering possible from: 0,308 LBP aft of midship
to: 0,253 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on: OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for: Small LNG Ship
Roll Damping Coeff: 5% of Critical

Flatside Contour

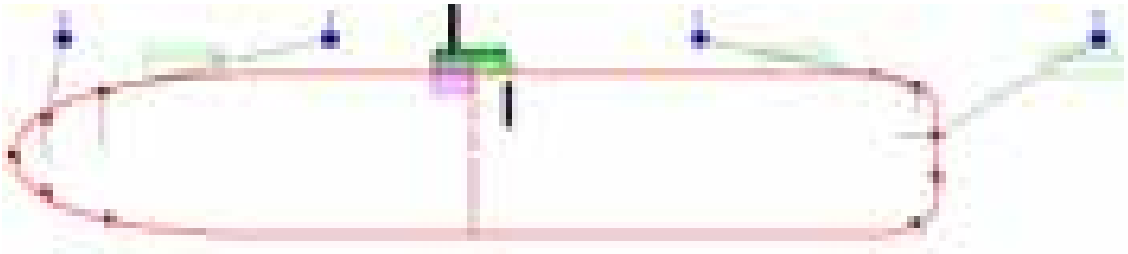
X-dist	-23,1	-20,6	-16,7	-3,3	3,8	23,4	23,8	25,2
Depth	0,0	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	4,6	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
1	39,1	-6,2	1,6	5,3	15	4	18 SW 26	
2	45,2	-3,5	1,6	4,2	15	4	18 SW 26	
3	48,4	0,0	1,6	8,4	15	4	18 SW 26	
4	45,2	3,5	1,6	4,2	15	4	18 SW 26	
5	39,6	6,2	1,6	5,3	15	4	18 SW 26	
6	-39,8	6,6	0,5	2,9	15	4	18 SW 26	
7	-41,6	1,9	0,5	3,7	15	4	18 SW 26	
8	-41,6	-1,9	0,5	3,7	15	4	18 SW 26	
9	-39,7	-6,6	0,5	2,9	15	4	18 SW 26	

Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)

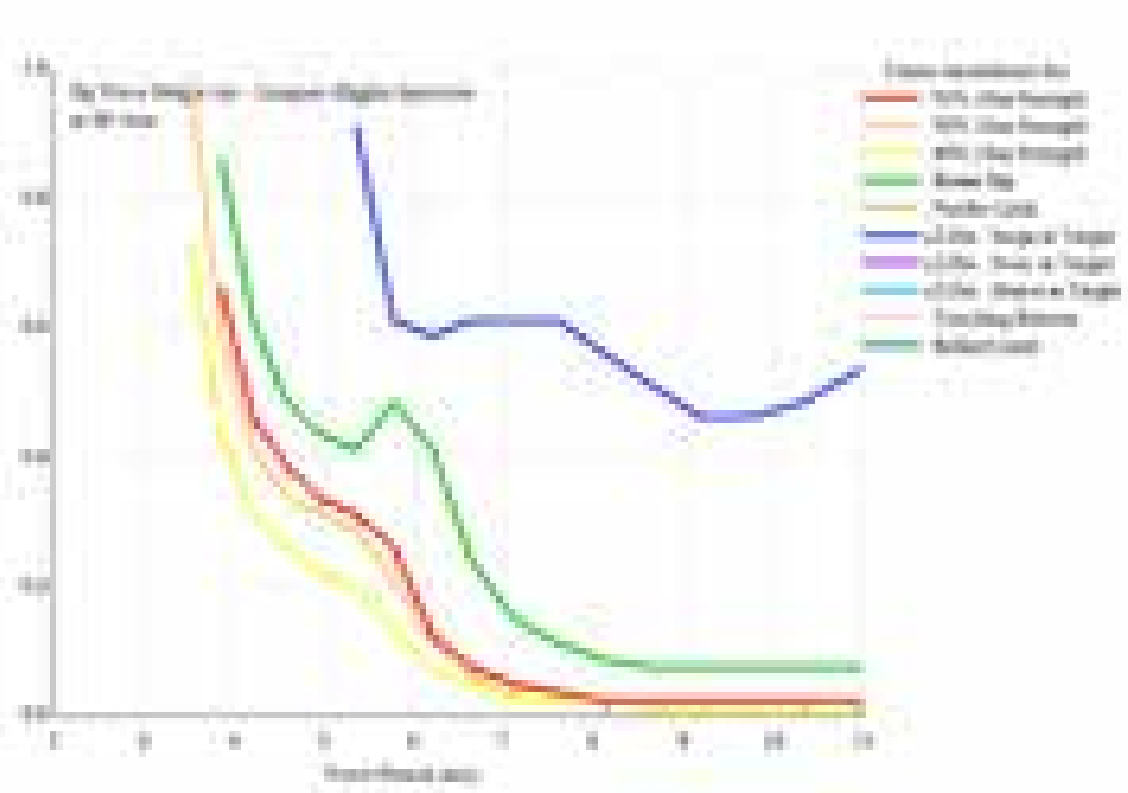
Arrangement for 4000 at Sagunto Actual.



4.2.- Sea State Limit Curve

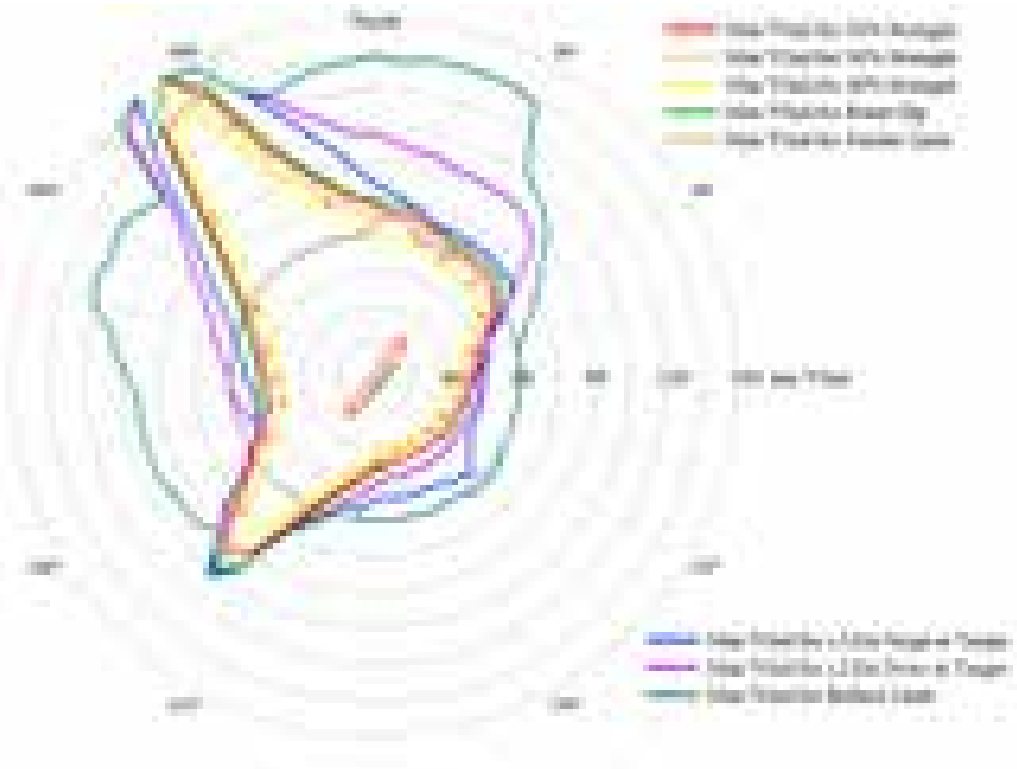
3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,22 above datum
Draft: 3,5
Trim: 0,0



4.3.- Wind Limit Rose

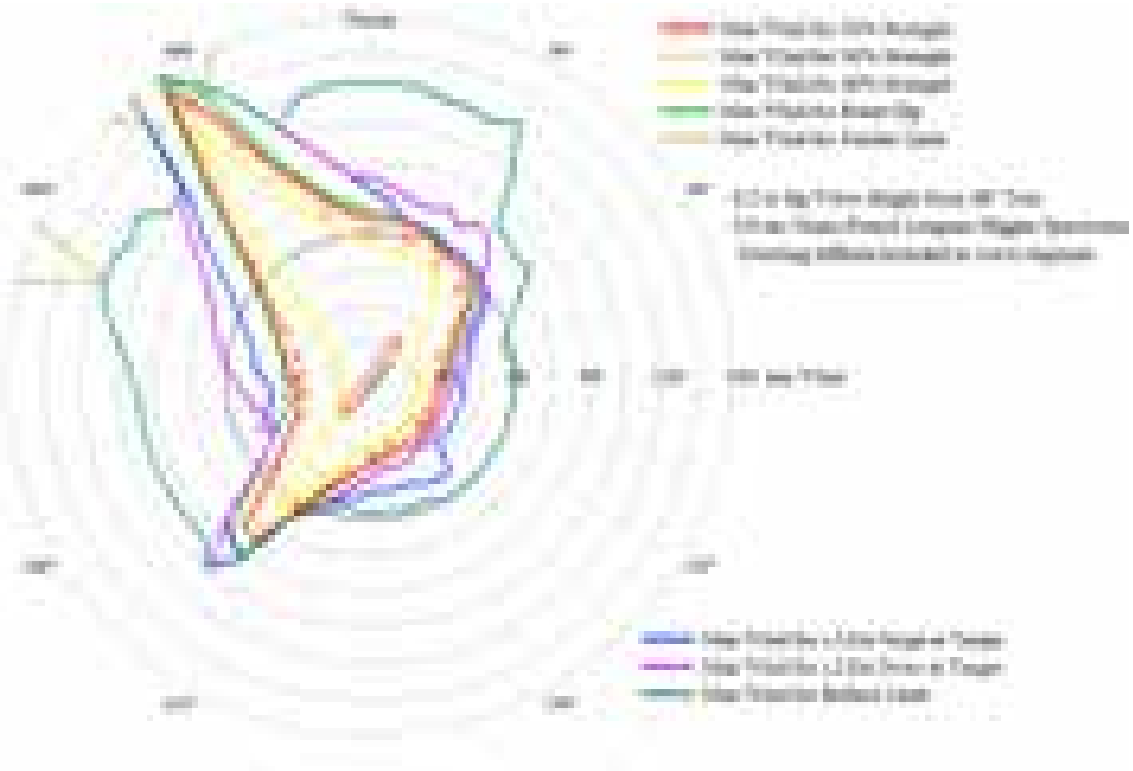
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,22 above datum
Draft: 3,5
Trim: 0,0



4.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,22 above datum
Draft: 3,5
Trim: 0,0



5.- Coral Anthelia. Loaded-Low Astronomical Tide

5.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes
Solid Pier Shields Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender Load-Compression Data

aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

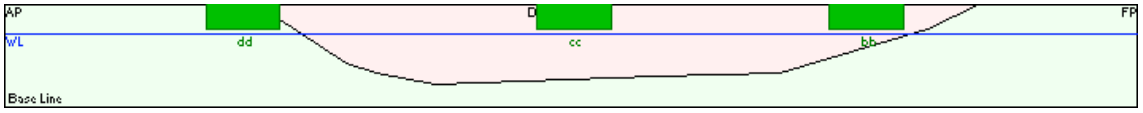
Vessel Data for 6500 Anthelia

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at Target

LBP: 108,0
Breadth: 16,8
Depth: 9,8
Target: 10,0 fwd from midship and 10,5 above deck at side
End-on projected windage area: 230 above deck level
Side projected windage area: 850 above deck level
Fendering possible from: 0,277 LBP aft of midship
to: 0,360 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on: OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for: Small LNG Ship
Roll Damping Coeff: 5% of Critical

Flatside Contour

X-dist	-34,8	-26,2	-23,5	-17,9	3,2	15,1	29,2	34,0
Depth	0,0	5,5	6,5	7,5	6,8	6,5	2,3	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
1	49,4	3,0	3,9	11,8	36	4	29 SW 59	
2	47,1	4,4	3,9	8,7	36	4	29 SW 59	
3	37,9	7,4	3,9	17,2	36	4	29 SW 59	
4	37,0	7,6	3,9	19,6	36	4	29 SW 59	
5	-58,1	7,6	0,5	5,0	36	4	29 SW 59	
6	-59,7	7,3	0,5	3,5	36	4	29 SW 59	
7	-62,7	3,0	0,5	4,4	36	4	29 SW 59	
8	-62,7	1,6	0,5	5,7	36	4	29 SW 59	
9	49,4	-3,0	3,9	12,0	36	4	29 SW 59	
10	47,1	-4,4	3,9	8,8	36	4	29 SW 59	
11	37,9	-7,4	3,9	17,0	36	4	29 SW 59	
12	36,5	-7,4	3,9	19,7	36	4	29 SW 59	
13	-58,3	-7,5	0,5	4,7	36	4	29 SW 59	
14	-59,7	-7,3	0,5	3,6	36	4	29 SW 59	
15	-62,7	-3,3	0,5	4,0	36	4	29 SW 59	
16	-62,7	-1,7	0,5	5,8	36	4	29 SW 59	

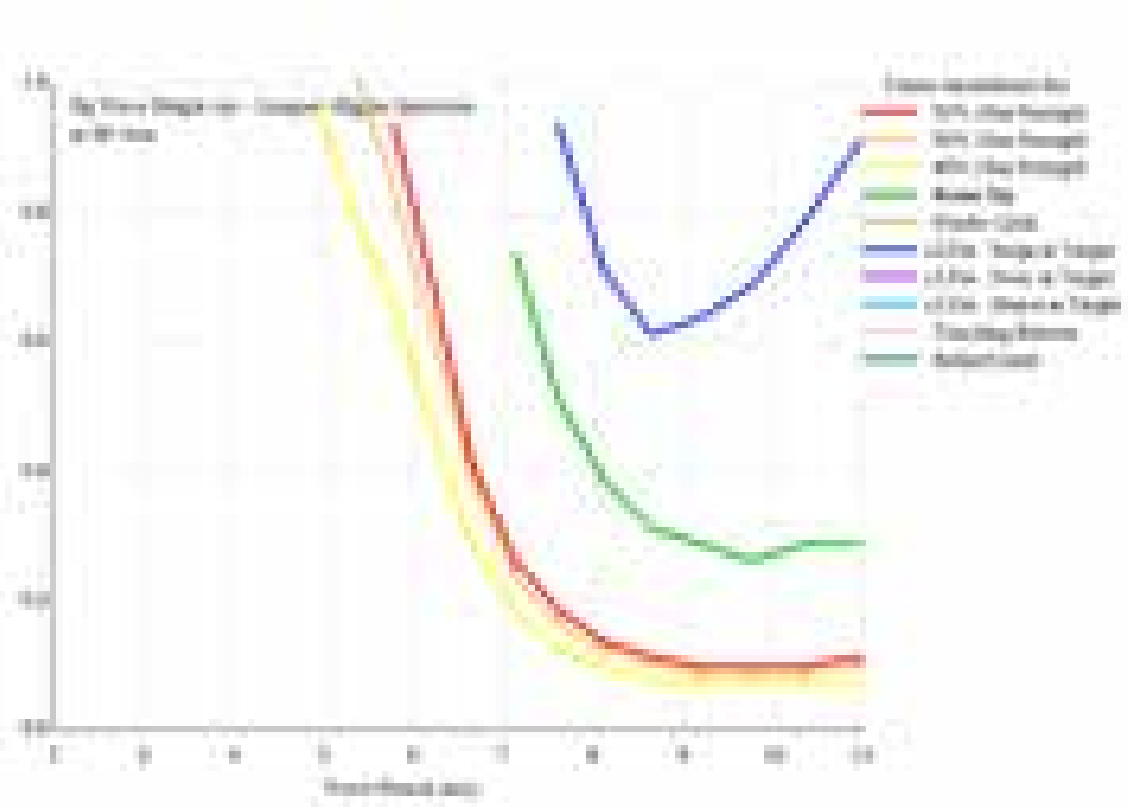
Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)

Arrangement for 6500 Anthelia at Sagunto Actual.

5.2.- Sea State Limit Curve

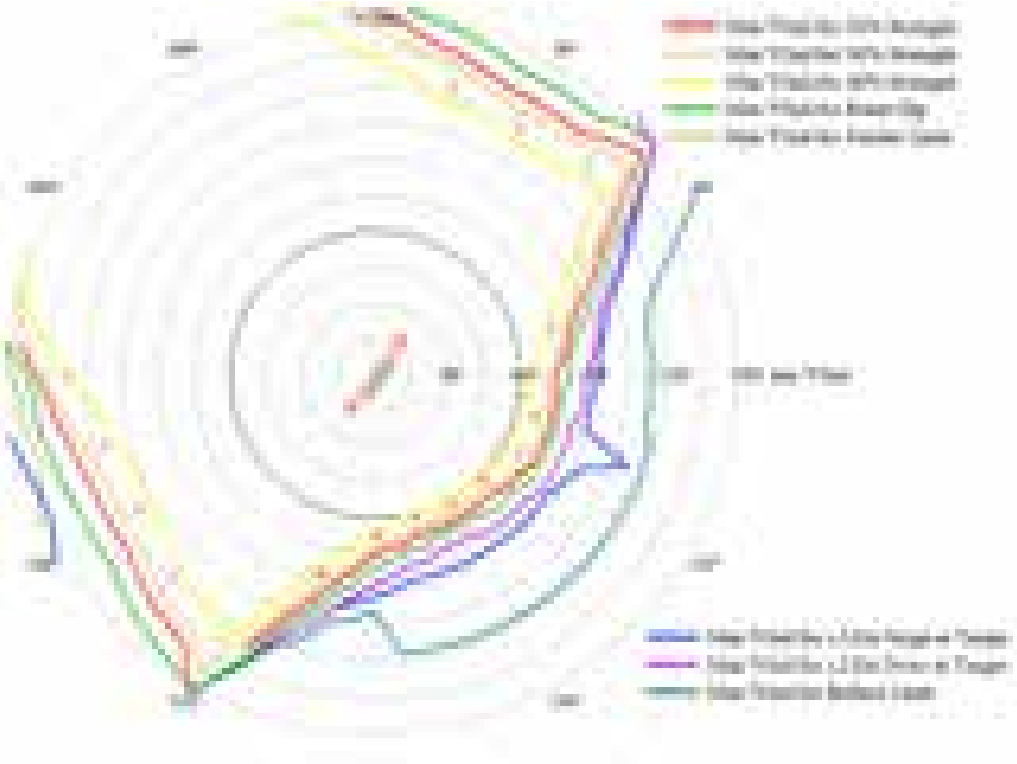
3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: -0,43 above datum
Draft: 7,0
Trim: 0,0



5.3.- Wind Limit Rose

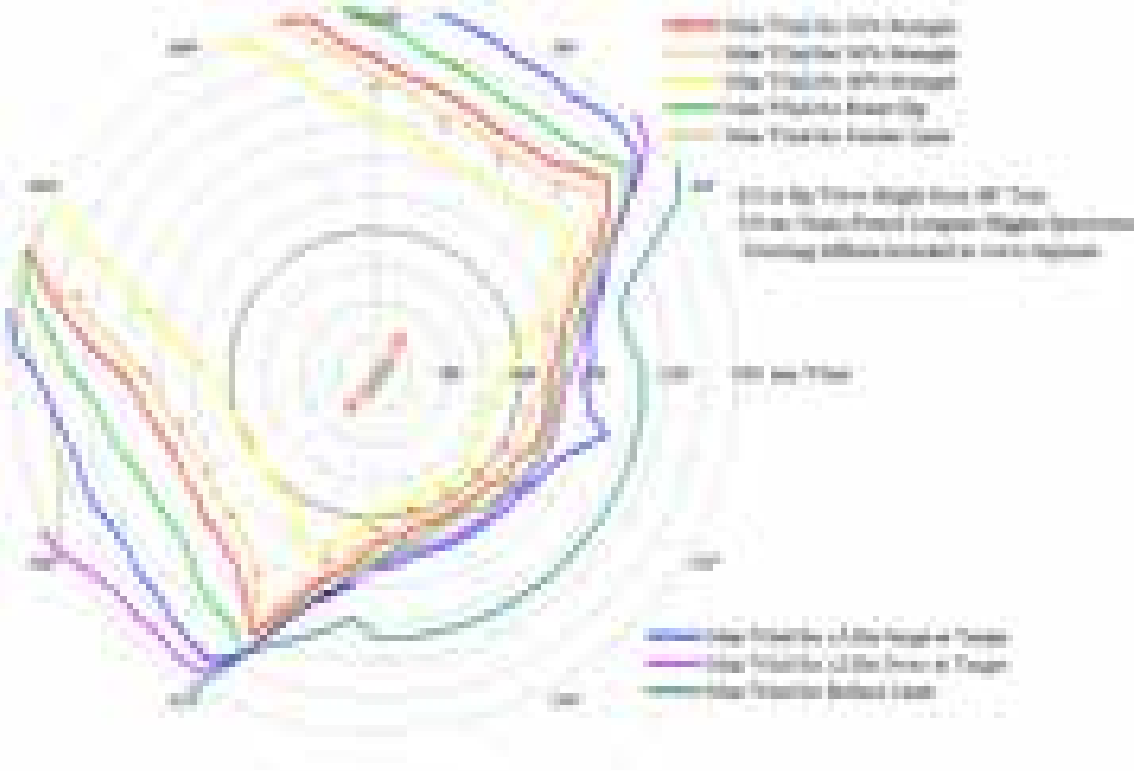
```
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
             Ref:
         Remarks: Remarks:i
     Water Level:  -0,40 above datum
           Draft:   7,0
            Trim:   0,0
```



5.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: -0,40 above datum
Draft: 7,0
Trim: 0,0



6.- Coral Anthelia. Ballast-Highest Astronomical Tide

6.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes
Solid Pier Shields Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender Load-Compression Data

aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

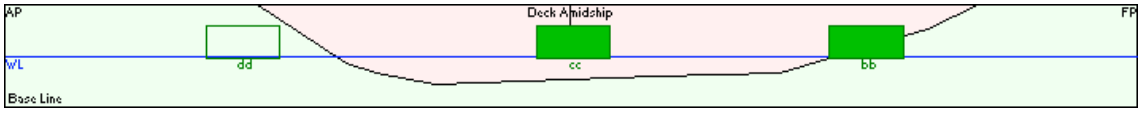
Vessel Data for 6500 Anthelia

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at Target

LBP: 108,0
Breadth: 16,8
Depth: 9,8
Target: 10,0 fwd from midship and 10,5 above deck at side
End-on projected windage area: 230 above deck level
Side projected windage area: 850 above deck level
Fendering possible from: 0,277 LBP aft of midship
to: 0,360 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on: OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for: Small LNG Ship
Roll Damping Coeff: 5% of Critical

Flatside Contour

X-dist	-34,8	-26,2	-23,5	-17,9	3,2	15,1	29,2	34,0
Depth	0,0	5,5	6,5	7,5	6,8	6,5	2,3	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
1	49,4	3,0	3,9	11,8	36	4	29 SW 59	
2	47,1	4,4	3,9	8,7	36	4	29 SW 59	
3	37,9	7,4	3,9	17,2	36	4	29 SW 59	
4	37,0	7,6	3,9	19,6	36	4	29 SW 59	
5	-58,1	7,6	0,5	5,0	36	4	29 SW 59	
6	-59,7	7,3	0,5	3,5	36	4	29 SW 59	
7	-62,7	3,0	0,5	4,4	36	4	29 SW 59	
8	-62,7	1,6	0,5	5,7	36	4	29 SW 59	
9	49,4	-3,0	3,9	12,0	36	4	29 SW 59	
10	47,1	-4,4	3,9	8,8	36	4	29 SW 59	
11	37,9	-7,4	3,9	17,0	36	4	29 SW 59	
12	36,5	-7,4	3,9	19,7	36	4	29 SW 59	
13	-58,3	-7,5	0,5	4,7	36	4	29 SW 59	
14	-59,7	-7,3	0,5	3,6	36	4	29 SW 59	
15	-62,7	-3,3	0,5	4,0	36	4	29 SW 59	
16	-62,7	-1,7	0,5	5,8	36	4	29 SW 59	

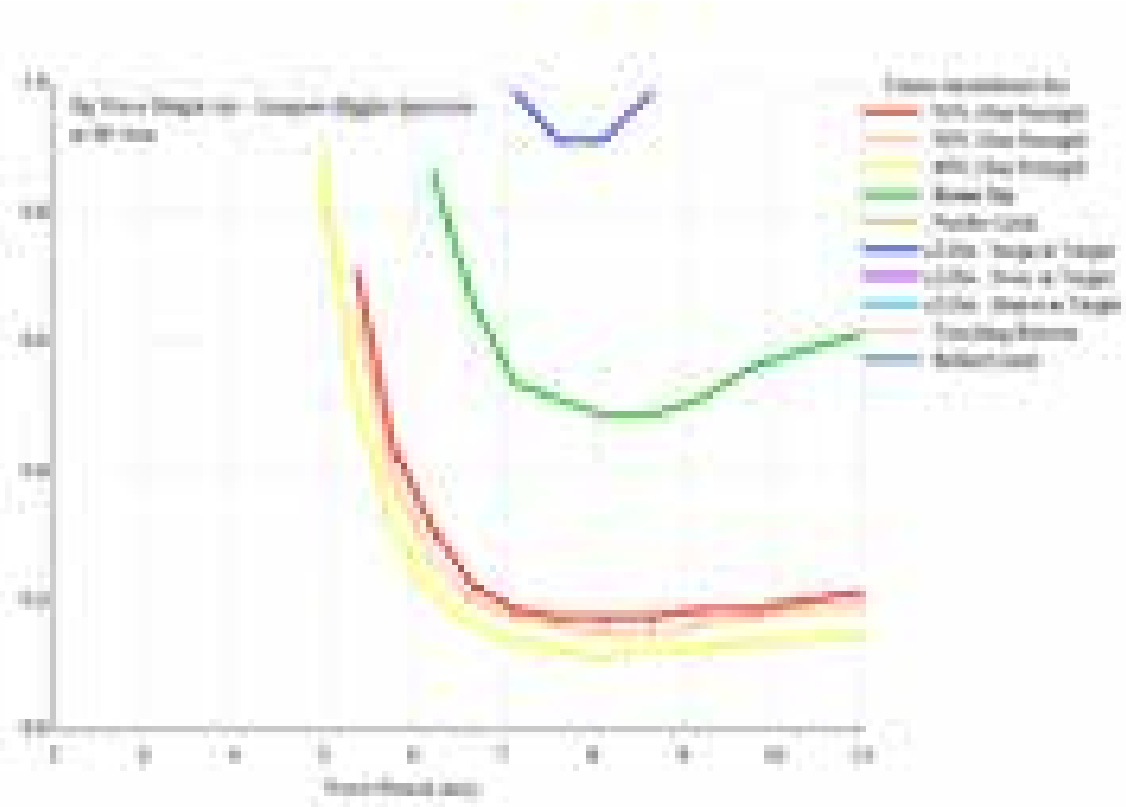
Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)

Arrangement for 6500 Anthelia at Sagunto Actual.

6.2.- Sea State Limit Curve

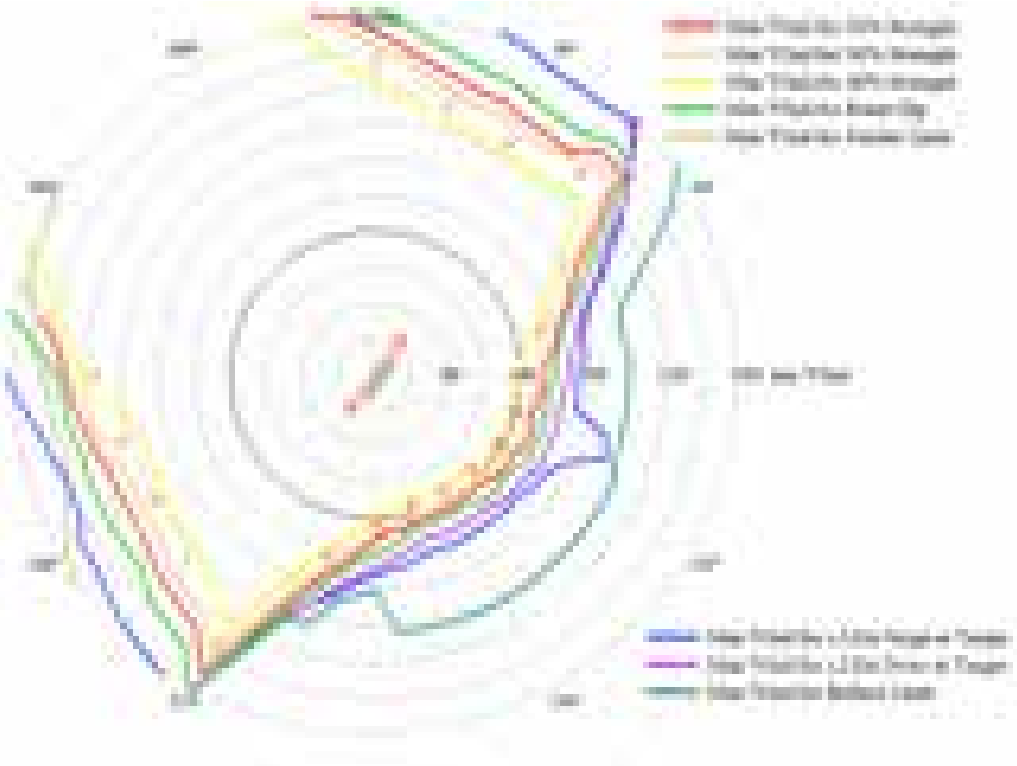
3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,22 above datum
Draft: 4,9
Trim: 0,0



6.3.- Wind Limit Rose

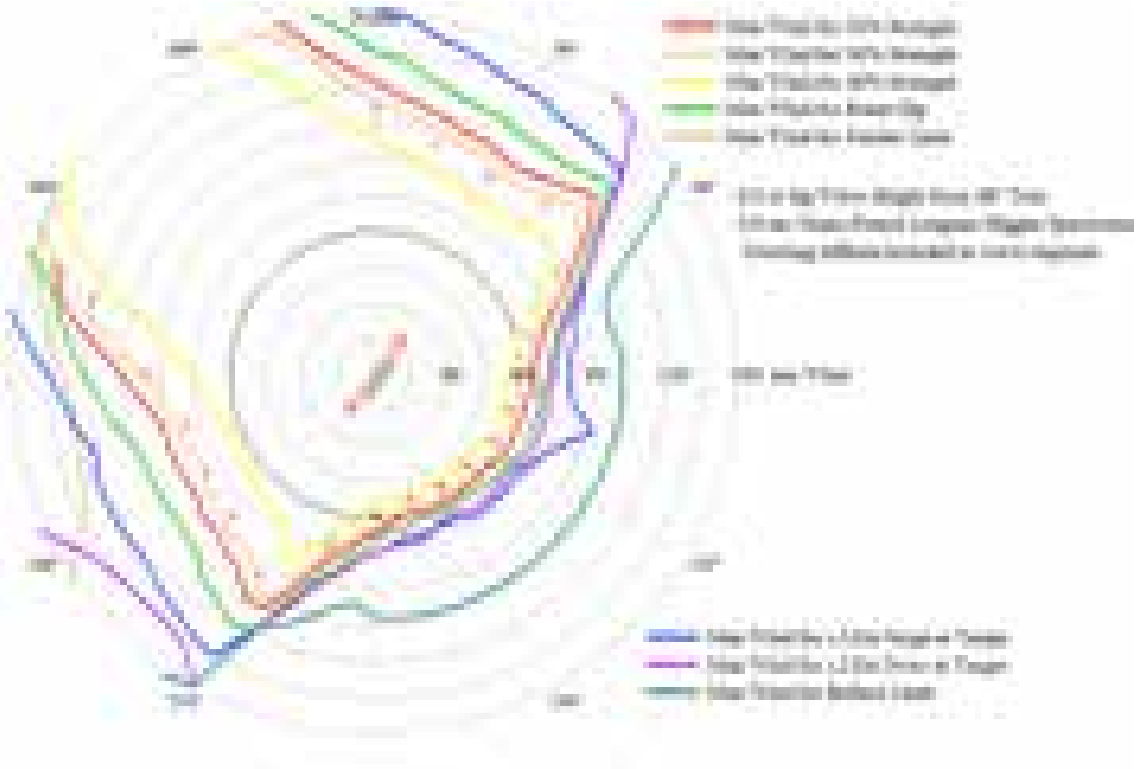
```
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
              Ref:
          Remarks: Remarks:i
      Water Level:   0,20 above datum
            Draft:   4,9
             Trim:   0,0
```



6.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,20 above datum
Draft: 4,9
Trim: 0,0



7.- Coral Methane. Loaded-Low Astronomical Tide

7.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender	Load-Compression Data						
aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

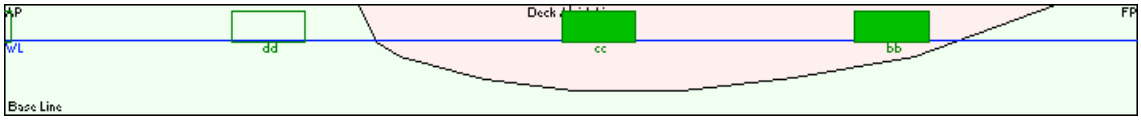
Vessel Data for 7500 Methane

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at Midship

LBP: 108,0
Breadth: 18,6
Depth: 10,6
Target: 4,4 fwd from midship and 12,0 above deck at side
End-on projected windage area: 240 above deck level
Side projected windage area: 865 above deck level
Fendering possible from: 0,188 LBP aft of midship
to: 0,429 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on: OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for: Small LNG Ship
Roll Damping Coeff: 5% of Critical

Flatside Contour

X-dist	-20,3	-18,6	-16,3	-8,3	0,4	10,5	21,3	32,8	46,3
Depth	0,0	3,6	5,0	7,1	8,2	8,2	7,0	5,0	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
1	54,5	0,0	0,5	24,2	26	4	24 SW 44	
2	49,4	5,3	0,5	6,8	26	4	24 SW 44	
3	47,7	6,2	0,5	5,9	26	4	24 SW 44	
4	37,3	9,0	0,5	16,0	26	4	24 SW 44	
5	33,7	9,2	0,5	18,5	26	4	24 SW 44	
6	-57,8	9,2	1,4	4,3	26	4	24 SW 44	
7	-60,1	9,2	1,4	3,1	26	4	24 SW 44	
8	-63,3	4,8	1,4	3,0	26	4	24 SW 44	
9	-63,3	1,9	1,4	5,4	26	4	24 SW 44	
10	-63,3	-1,9	1,4	5,4	26	4	24 SW 44	
11	-63,3	-4,8	1,4	3,0	26	4	24 SW 44	
12	-60,1	-9,2	1,4	3,1	26	4	24 SW 44	
13	-57,8	-9,2	1,4	4,3	26	4	24 SW 44	
14	33,7	-9,2	0,5	18,5	26	4	24 SW 44	
15	37,3	-9,0	0,5	16,0	26	4	24 SW 44	
16	47,7	-6,2	0,5	5,9	26	4	24 SW 44	
17	49,4	-5,3	0,5	6,8	26	4	24 SW 44	

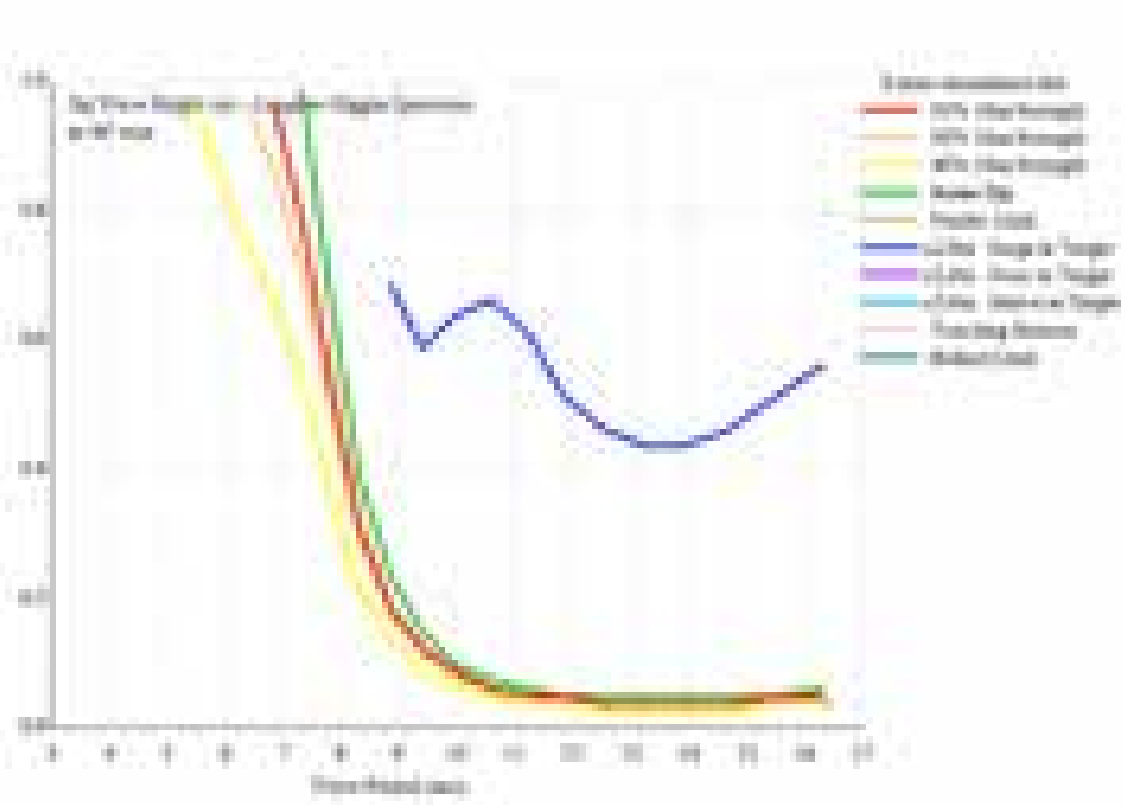
Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)

Arrangement for 7500 Methane at Sagunto Actual.

7.2.- Sea State Limit Curve

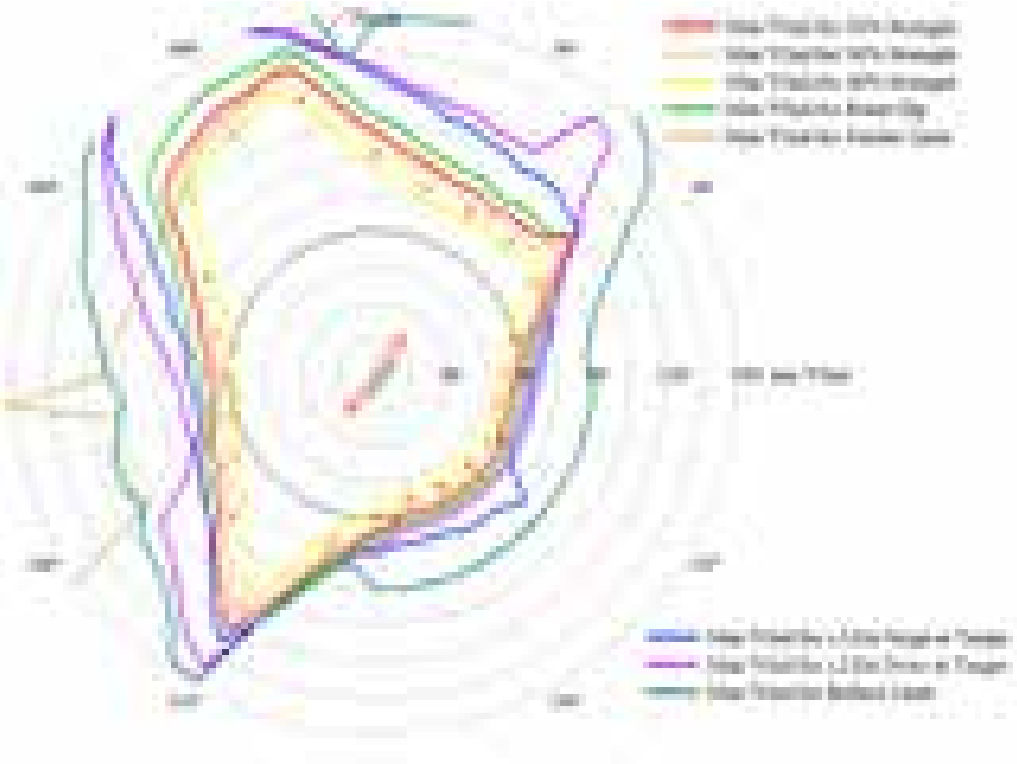
3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,20 above datum
Draft: 7,2
Trim: 0,0



7.3.- Wind Limit Rose

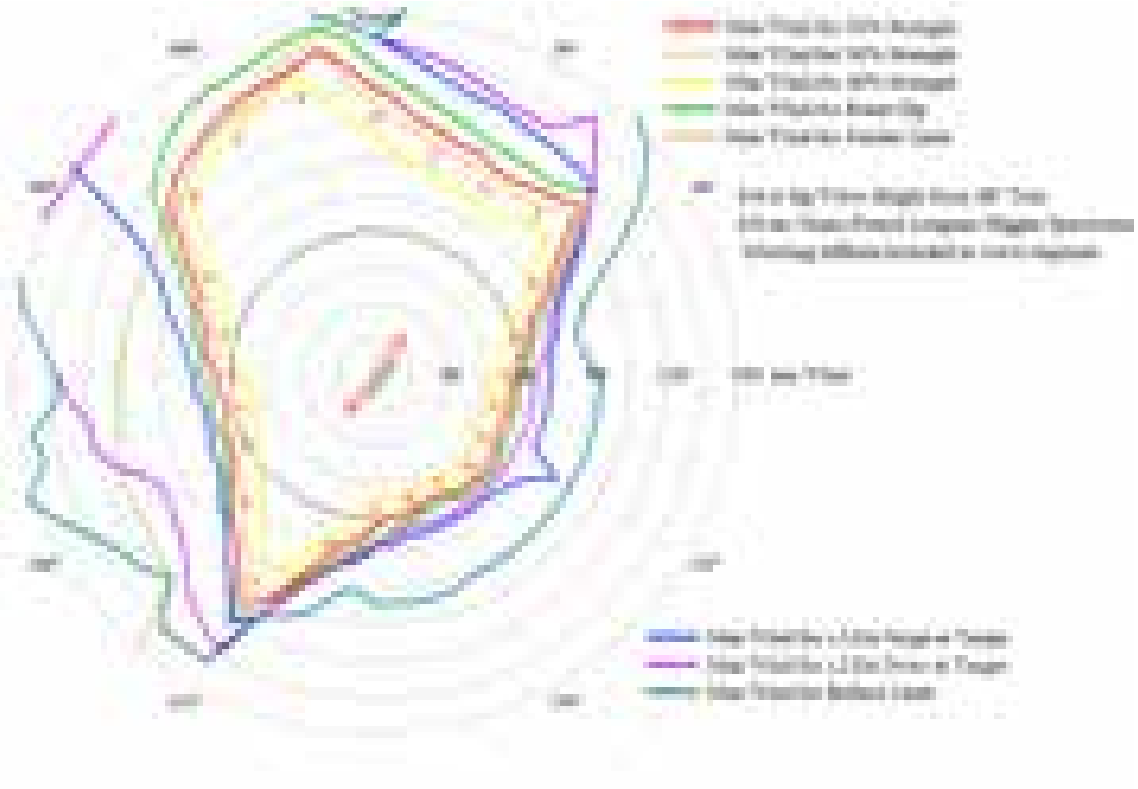
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,20 above datum
Draft: 7,2
Trim: 0,0



7.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: -0,40 above datum
Draft: 7,2
Trim: 0,0



8.- Coral Methane. Ballast-Highest Astronomical Tide

8.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender	Load-Compression Data						
aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

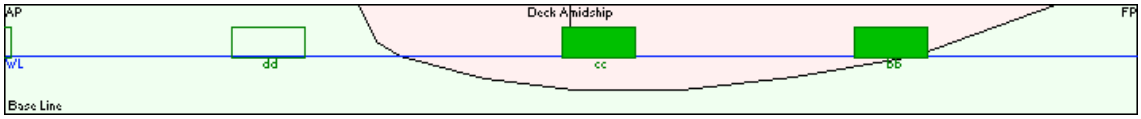
Vessel Data for 7500 Methane

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at Midship

LBP: 108,0
Breadth: 18,6
Depth: 10,6
Target: 4,4 fwd from midship and 12,0 above deck at side
End-on projected windage area: 240 above deck level
Side projected windage area: 865 above deck level
Fendering possible from: 0,188 LBP aft of midship
to: 0,429 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on: OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for: Small LNG Ship
Roll Damping Coeff: 5% of Critical

Flatside Contour

X-dist	-20,3	-18,6	-16,3	-8,3	0,4	10,5	21,3	32,8	46,3
Depth	0,0	3,6	5,0	7,1	8,2	8,2	7,0	5,0	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
1	54,5	0,0	0,5	24,2	26	4	24 SW 44	
2	49,4	5,3	0,5	6,8	26	4	24 SW 44	
3	47,7	6,2	0,5	5,9	26	4	24 SW 44	
4	37,3	9,0	0,5	16,0	26	4	24 SW 44	
5	33,7	9,2	0,5	18,5	26	4	24 SW 44	
6	-57,8	9,2	1,4	4,3	26	4	24 SW 44	
7	-60,1	9,2	1,4	3,1	26	4	24 SW 44	
8	-63,3	4,8	1,4	3,0	26	4	24 SW 44	
9	-63,3	1,9	1,4	5,4	26	4	24 SW 44	
10	-63,3	-1,9	1,4	5,4	26	4	24 SW 44	
11	-63,3	-4,8	1,4	3,0	26	4	24 SW 44	
12	-60,1	-9,2	1,4	3,1	26	4	24 SW 44	
13	-57,8	-9,2	1,4	4,3	26	4	24 SW 44	
14	33,7	-9,2	0,5	18,5	26	4	24 SW 44	
15	37,3	-9,0	0,5	16,0	26	4	24 SW 44	
16	47,7	-6,2	0,5	5,9	26	4	24 SW 44	
17	49,4	-5,3	0,5	6,8	26	4	24 SW 44	

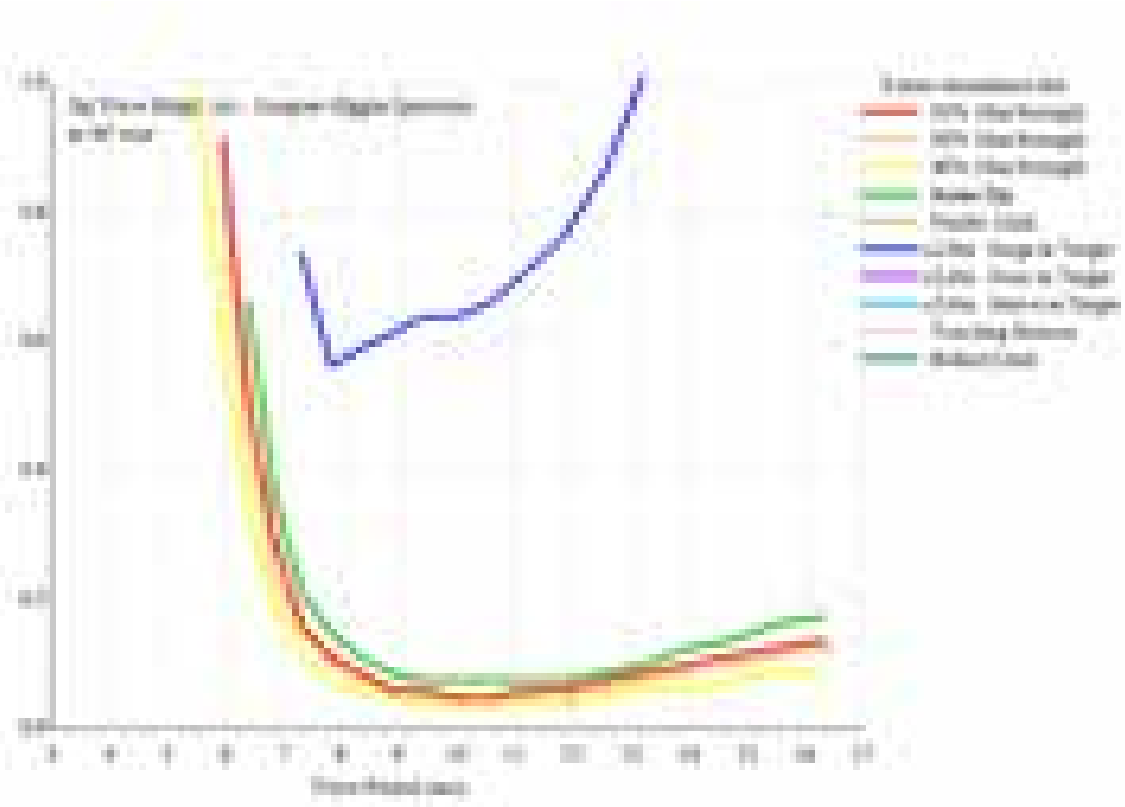
Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)

Arrangement for 7500 Methane at Sagunto Actual.

8.2.- Sea State Limit Curve

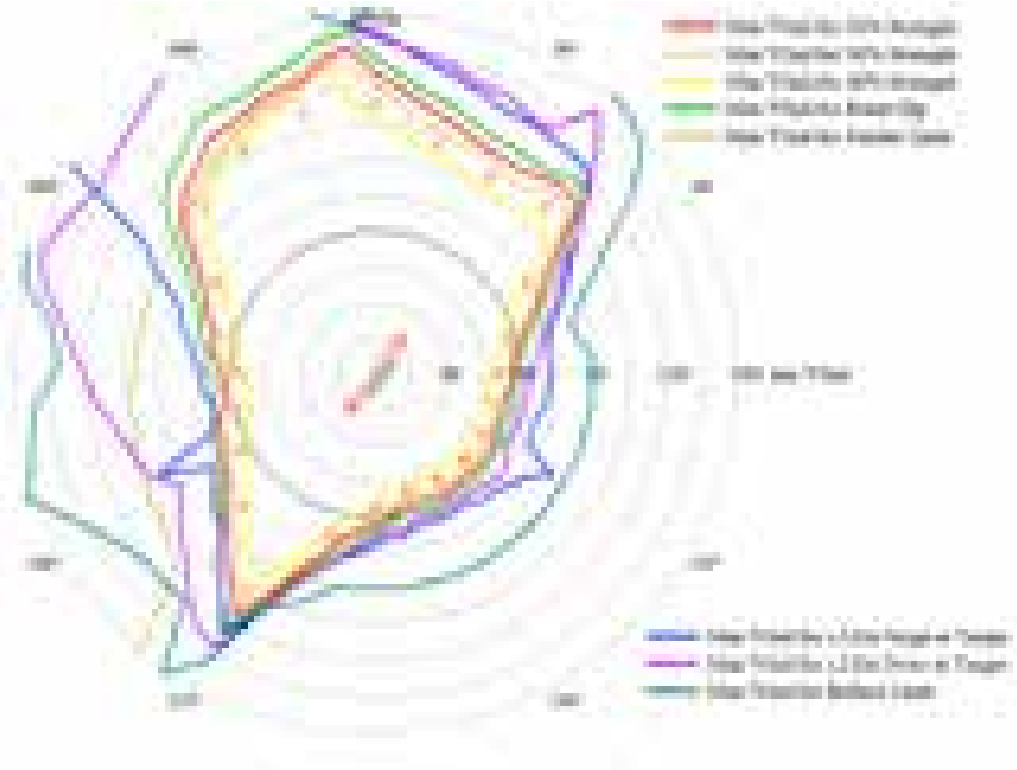
3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,22 above datum
Draft: 5,6
Trim: 0,0



8.3.- Wind Limit Rose

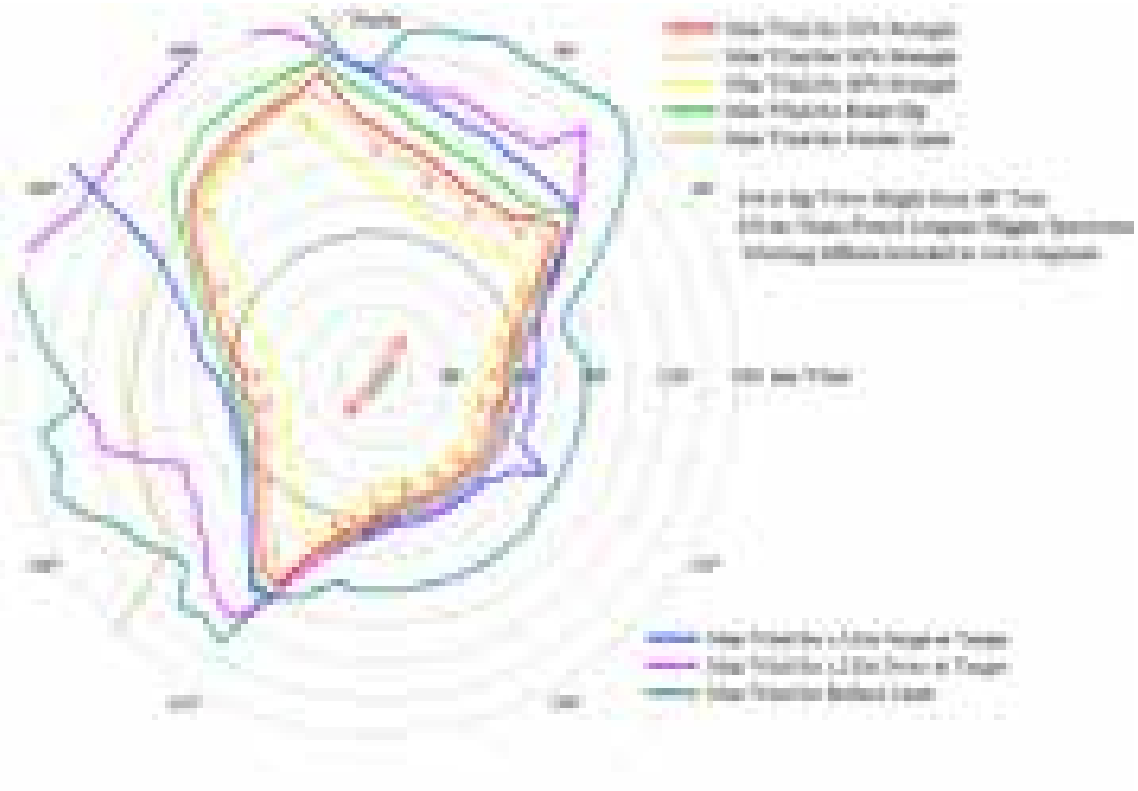
```
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
              Ref:
          Remarks: Remarks:i
      Water Level:   0,22 above datum
            Draft:   5,6
             Trim:   0,0
```



8.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,22 above datum
Draft: 5,6
Trim: 0,0



9.- Norgas. Loaded-Low Astronomical Tide

9.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes
Solid Pier Shields Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender Load-Compression Data

aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

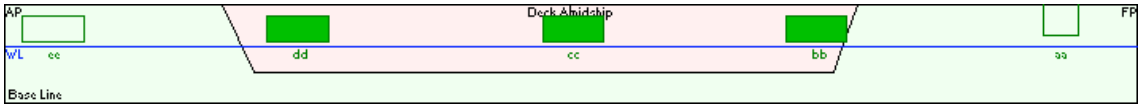
Vessel Data for NORGAS-10000

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at AP

LBP: 129,7
Breadth: 19,8
Depth: 11,5
Target: -1,5 fwd from midship and 4,1 above deck at side
End-on projected windage area: 420 above deck level
Side projected windage area: 1320 above deck level
Fendering possible from: 0,308 LBP aft of midship
to: 0,253 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on: OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for: Small LNG Ship
Roll Damping Coeff: 5% of Critical

Flatside Contour

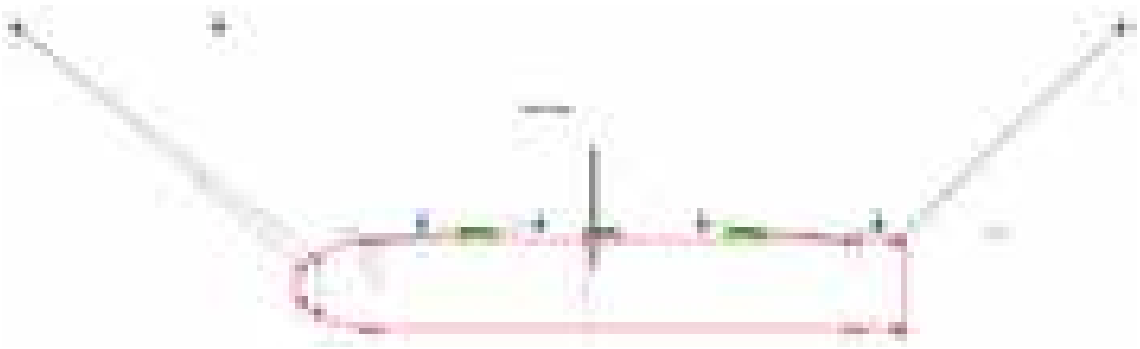
X-dist	24,9	28,6	34,5	54,8	65,5	95,1	95,7	97,7
Depth	0,0	7,8	7,9	7,9	7,9	7,9	5,6	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
1	111,5	9,9	3,5	11,5	15	4	18 SW 26	
2	114,0	9,9	3,5	8,5	15	4	18 SW 26	
3	124,5	5,6	3,5	8,9	15	4	18 SW 26	
4	128,0	3,6	3,5	10,6	15	4	18 SW 26	
5	128,0	-3,6	3,5	10,6	15	4	18 SW 26	
6	124,5	-5,6	3,5	8,9	15	4	18 SW 26	
7	114,0	-9,9	3,5	8,5	15	4	18 SW 26	
8	111,5	-9,9	3,5	11,5	15	4	18 SW 26	
9	7,3	9,9	3,5	2,9	15	4	18 SW 26	
10	4,8	9,9	3,5	5,4	15	4	18 SW 26	
11	-3,2	9,9	3,5	3,0	15	4	18 SW 26	
12	-4,8	9,9	3,5	3,1	15	4	18 SW 26	
13	-4,8	-9,9	3,5	4,3	15	4	18 SW 26	
14	-3,2	-9,9	3,5	18,5	15	4	18 SW 26	
15	4,8	-9,9	3,5	16,0	15	4	18 SW 26	
16	7,3	-9,9	3,5	5,9	15	4	18 SW 26	

Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)

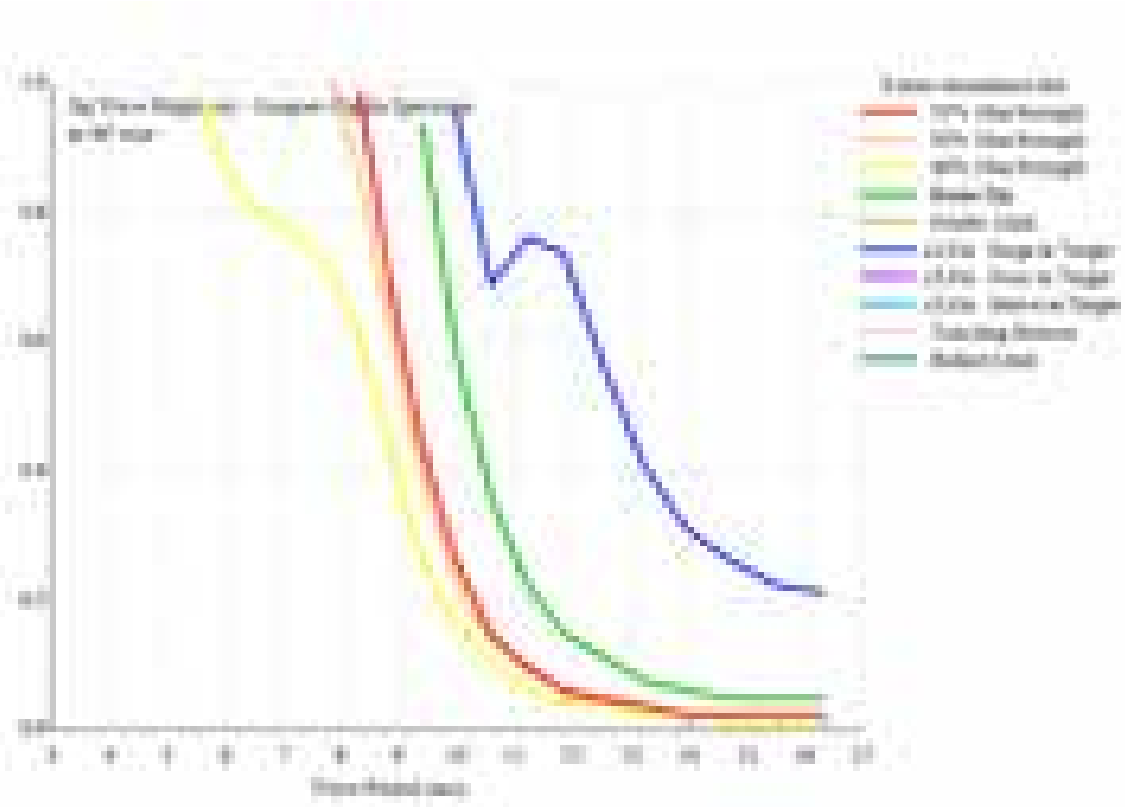
Arrangement for NORGAS-10000 at Sagunto Actual.



9.2.- Sea State Limit Curve

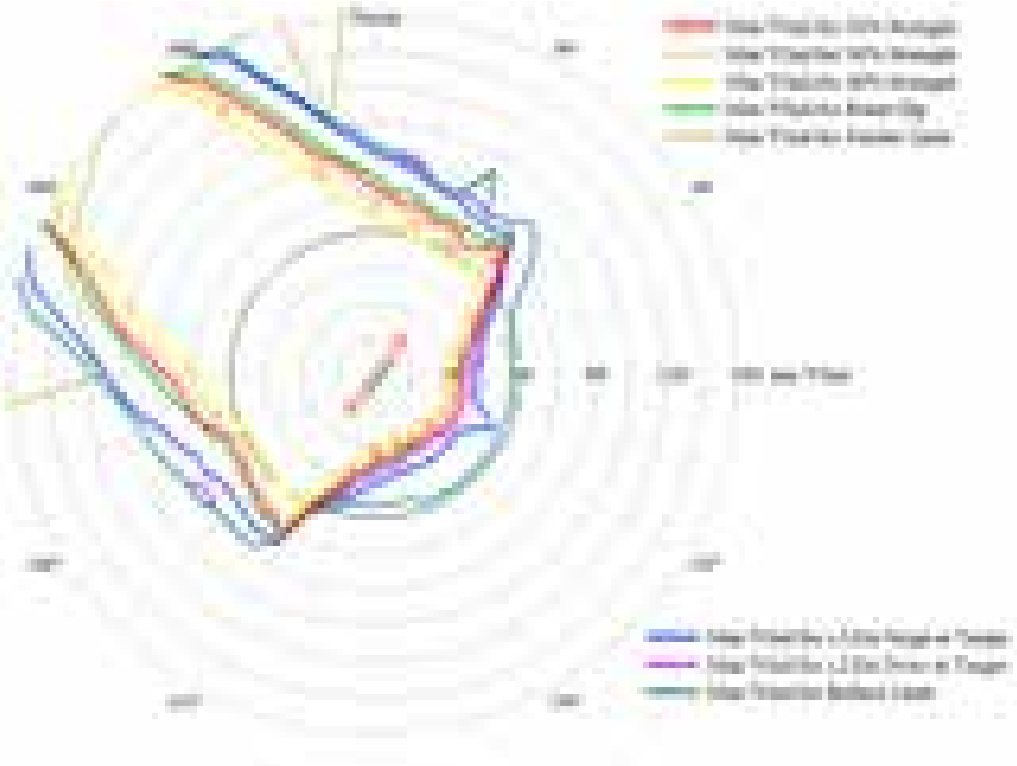
3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: -0,43 above datum
Draft: 6,7
Trim: 0,0



9.3.- Wind Limit Rose

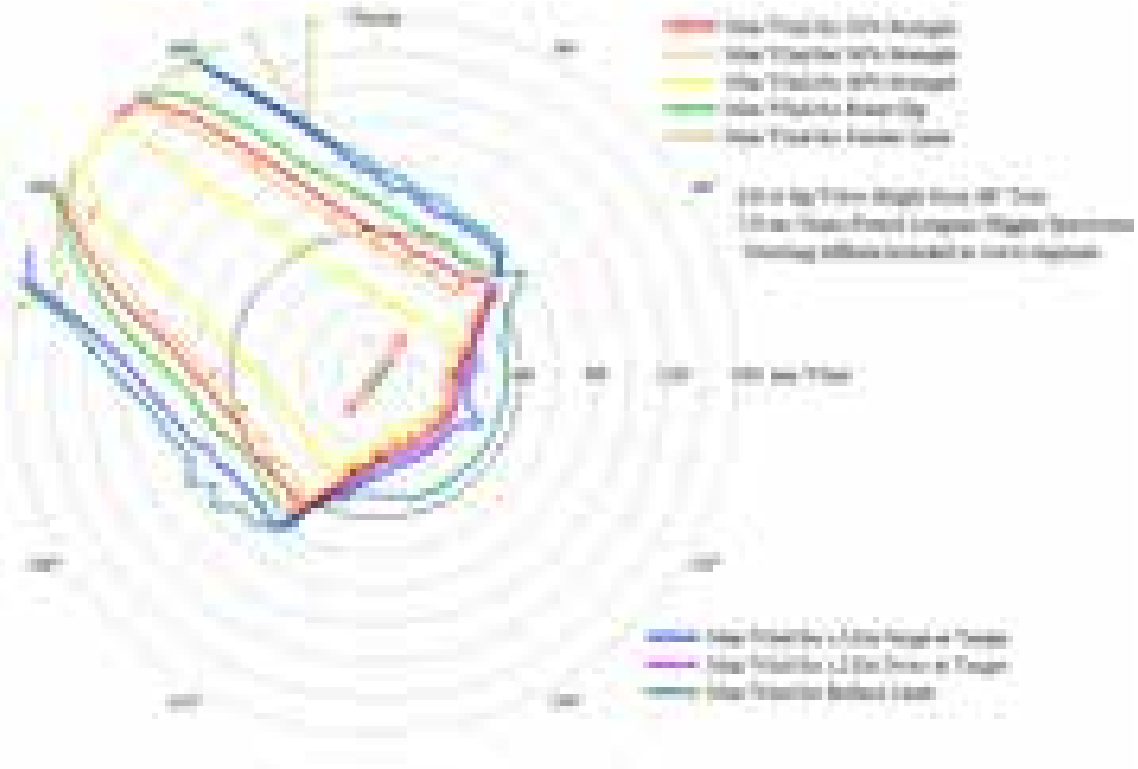
```
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
             Ref:
         Remarks: Remarks:i
     Water Level:  -0,43 above datum
           Draft:   6,7
            Trim:   0,0
```



9.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: -0,40 above datum
Draft: 7,0
Trim: 0,0



10.- Norgas. Ballast-Highest Astronomical Tide

10.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes
Solid Pier Shields Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender Load-Compression Data

aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

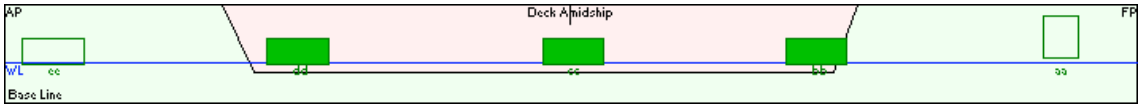
Vessel Data for NORGAS-10000

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at AP

LBP: 129,7
Breadth: 19,8
Depth: 11,5
Target: -1,5 fwd from midship and 4,1 above deck at side
End-on projected windage area: 420 above deck level
Side projected windage area: 1320 above deck level
Fendering possible from: 0,308 LBP aft of midship
to: 0,253 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on: OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for: Small LNG Ship
Roll Damping Coeff: 5% of Critical

Flatside Contour

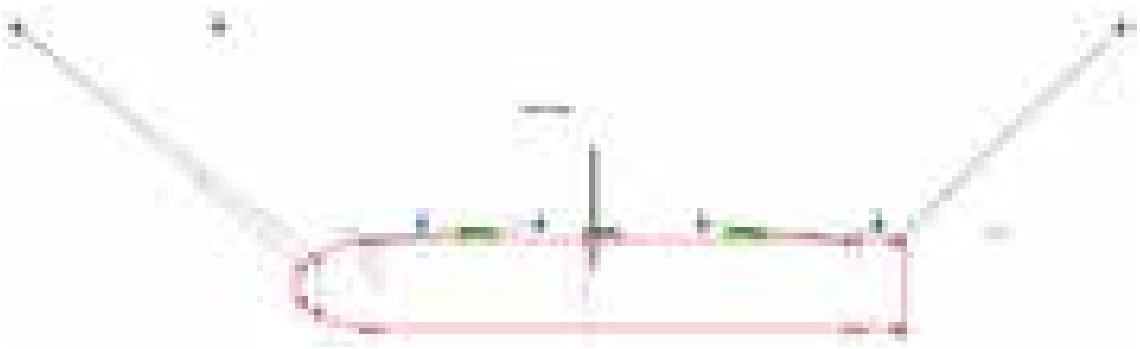
X-dist	24,9	28,6	34,5	54,8	65,5	95,1	95,7	97,7
Depth	0,0	7,8	7,9	7,9	7,9	7,9	5,6	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
1	111,5	9,9	3,5	11,5	15	4	18 SW 26	
2	114,0	9,9	3,5	8,5	15	4	18 SW 26	
3	124,5	5,6	3,5	8,9	15	4	18 SW 26	
4	128,0	3,6	3,5	10,6	15	4	18 SW 26	
5	128,0	-3,6	3,5	10,6	15	4	18 SW 26	
6	124,5	-5,6	3,5	8,9	15	4	18 SW 26	
7	114,0	-9,9	3,5	8,5	15	4	18 SW 26	
8	111,5	-9,9	3,5	11,5	15	4	18 SW 26	
9	7,3	9,9	3,5	2,9	15	4	18 SW 26	
10	4,8	9,9	3,5	5,4	15	4	18 SW 26	
11	-3,2	9,9	3,5	3,0	15	4	18 SW 26	
12	-4,8	9,9	3,5	3,1	15	4	18 SW 26	
13	-4,8	-9,9	3,5	4,3	15	4	18 SW 26	
14	-3,2	-9,9	3,5	18,5	15	4	18 SW 26	
15	4,8	-9,9	3,5	16,0	15	4	18 SW 26	
16	7,3	-9,9	3,5	5,9	15	4	18 SW 26	

Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)

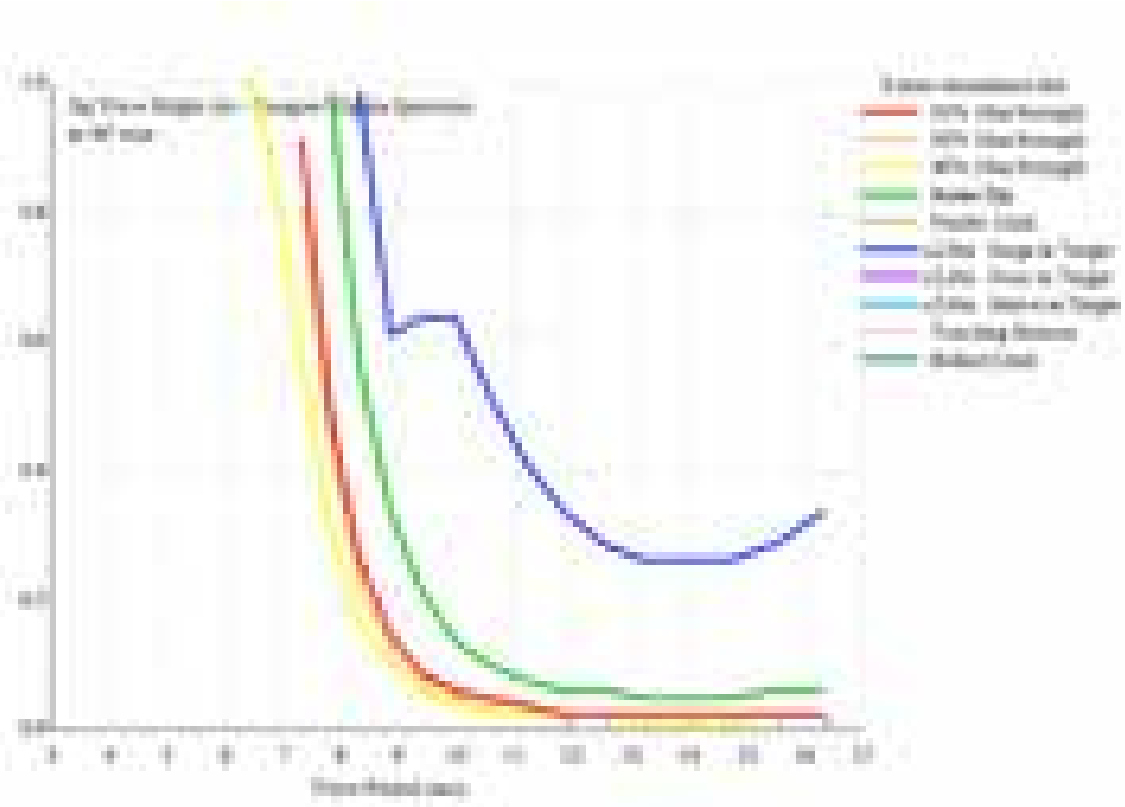
Arrangement for NORGAS-10000 at Sagunto Actual.



10.2.- Sea State Limit Curve

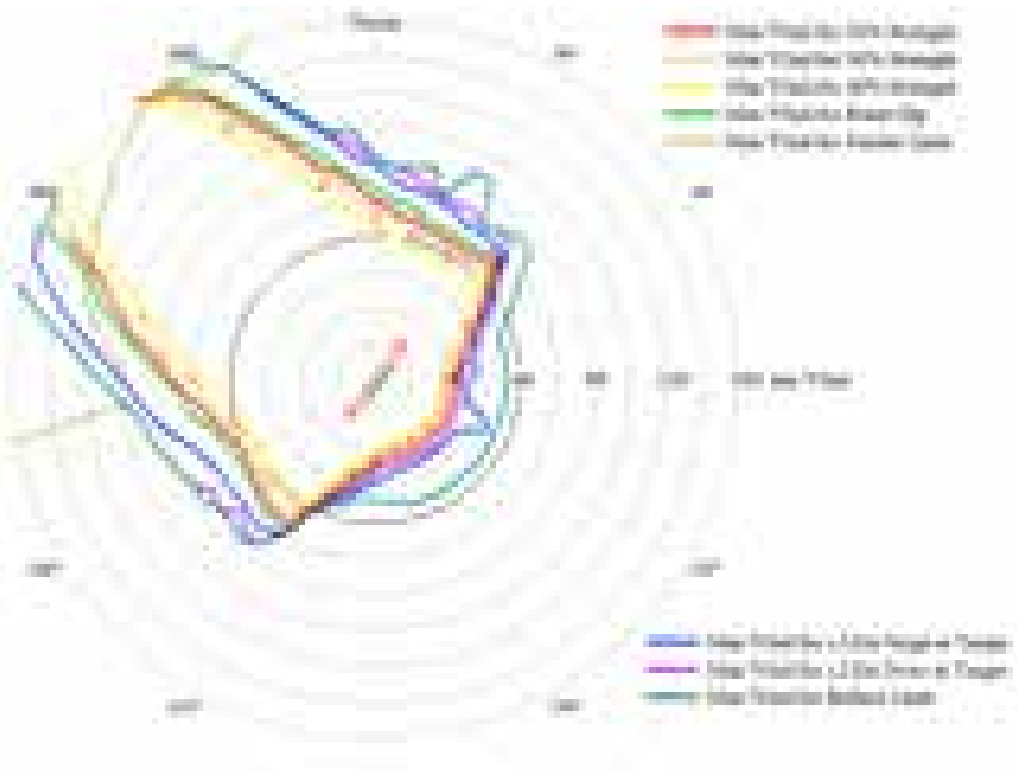
3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,22 above datum
Draft: 4,7
Trim: 0,0



10.3.- Wind Limit Rose

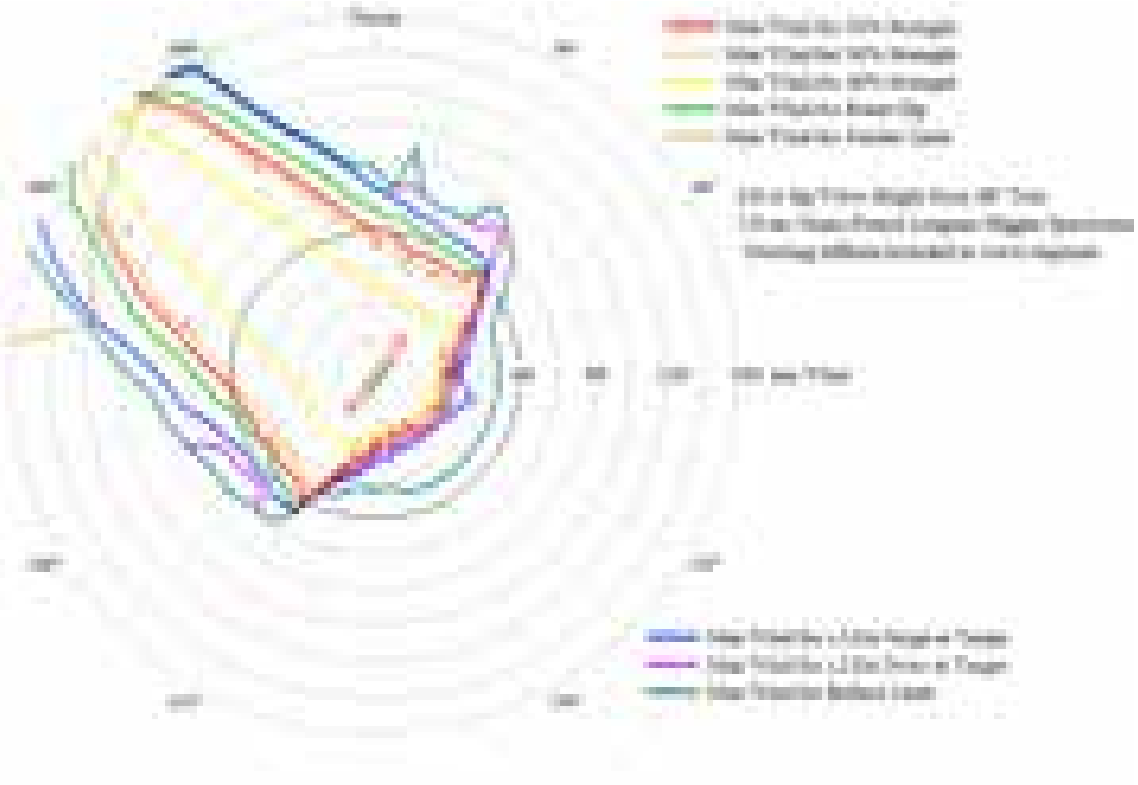
```
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
              Ref:
          Remarks: Remarks:i
      Water Level:   0,22 above datum
            Draft:   4,7
             Trim:   0,0
```



10.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,22 above datum
Draft: 4,7
Trim: 0,0



11.- 15,000 m3. Loaded-Low Astronomical Tide

11.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes
Solid Pier Shields Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender Load-Compression Data

aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

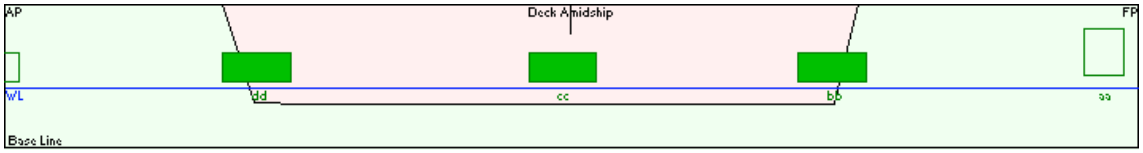
Vessel Data for 15000

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at Midship

LBP: 117,0
Breadth: 22,5
Depth: 15,0
Target: 0,8 fwd from midship and 4,1 above deck at side
End-on projected windage area: 340 above deck level
Side projected windage area: 700 above deck level
Fendering possible from: 0,308 LBP aft of midship
to: 0,253 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on: OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for: Small LNG Ship
Roll Damping Coeff: 5% of Critical

Flatside Contour

X-dist	-36,0	-32,7	-27,4	-9,1	0,6	27,3	27,8	29,6
Depth	0,0	10,2	10,4	10,4	10,4	10,4	7,3	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
1	42,8	11,3	3,5	11,5	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
2	51,8	10,7	3,5	8,5	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
3	60,4	5,3	3,5	8,9	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
4	62,7	0,0	3,5	10,6	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
5	60,4	-5,3	3,5	8,9	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
6	51,8	-10,7	3,5	8,5	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
7	42,8	-11,3	3,5	11,5	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
8	-51,8	11,2	3,5	8,8	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
9	-53,8	11,2	3,5	6,7	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
10	-62,7	9,3	3,5	8,4	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
11	-62,7	5,1	3,5	9,1	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
12	-62,7	-5,1	3,5	8,9	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
13	-62,7	-9,3	3,5	8,4	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
14	-53,8	-11,2	3,5	6,7	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
15	-51,8	-11,2	3,5	8,8	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71

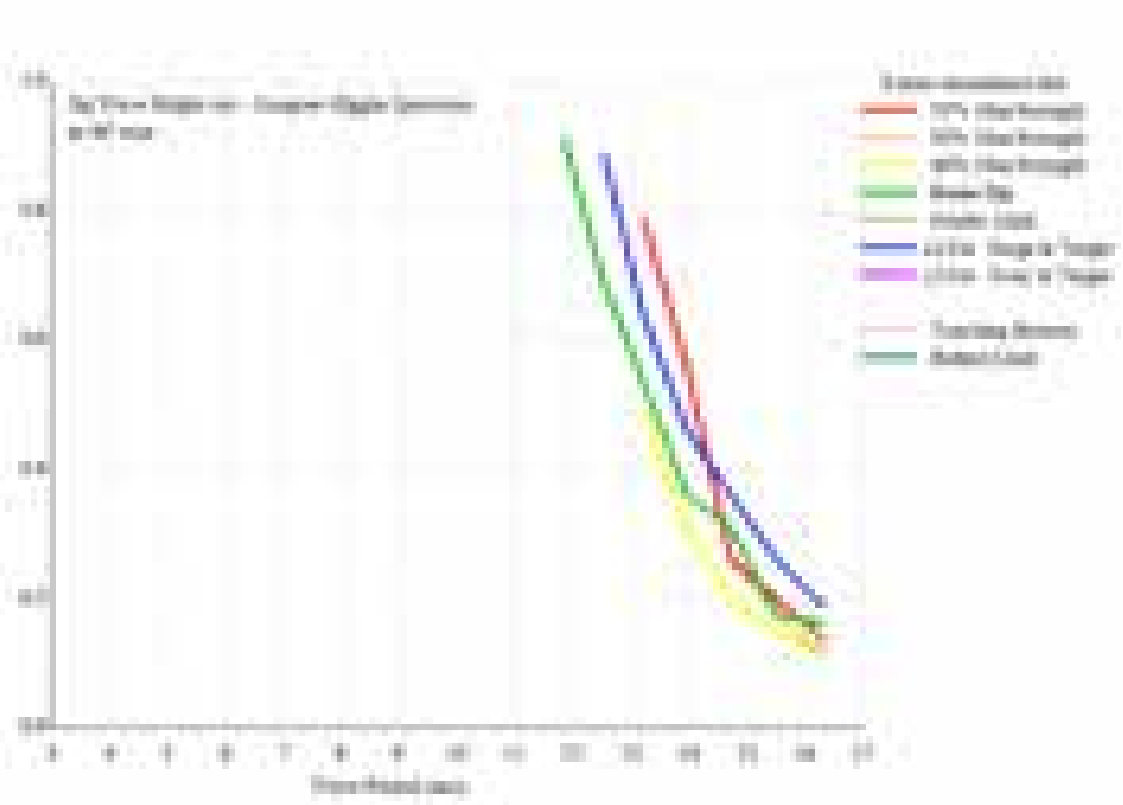
Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)
nd: nylon (polyamide) double braid (broken-in)

Arrangement for 15000 at Sagunto Actual.

11.2.- Sea State Limit Curve

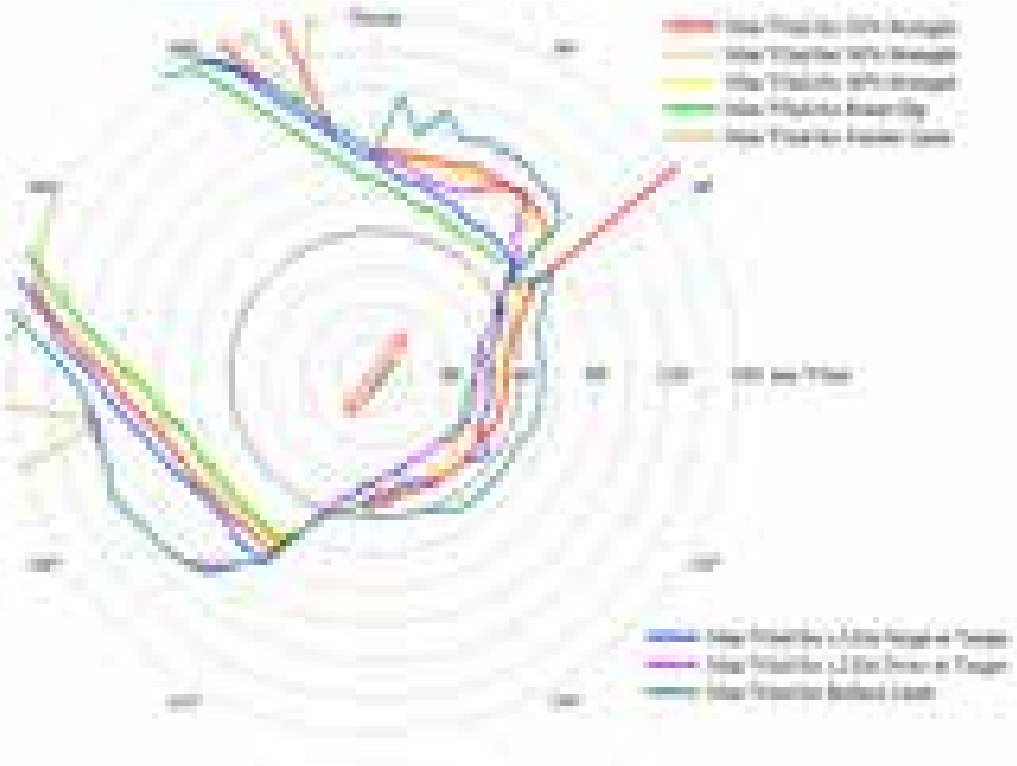
3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: -0,43 above datum
Draft: 6,4
Trim: 0,0



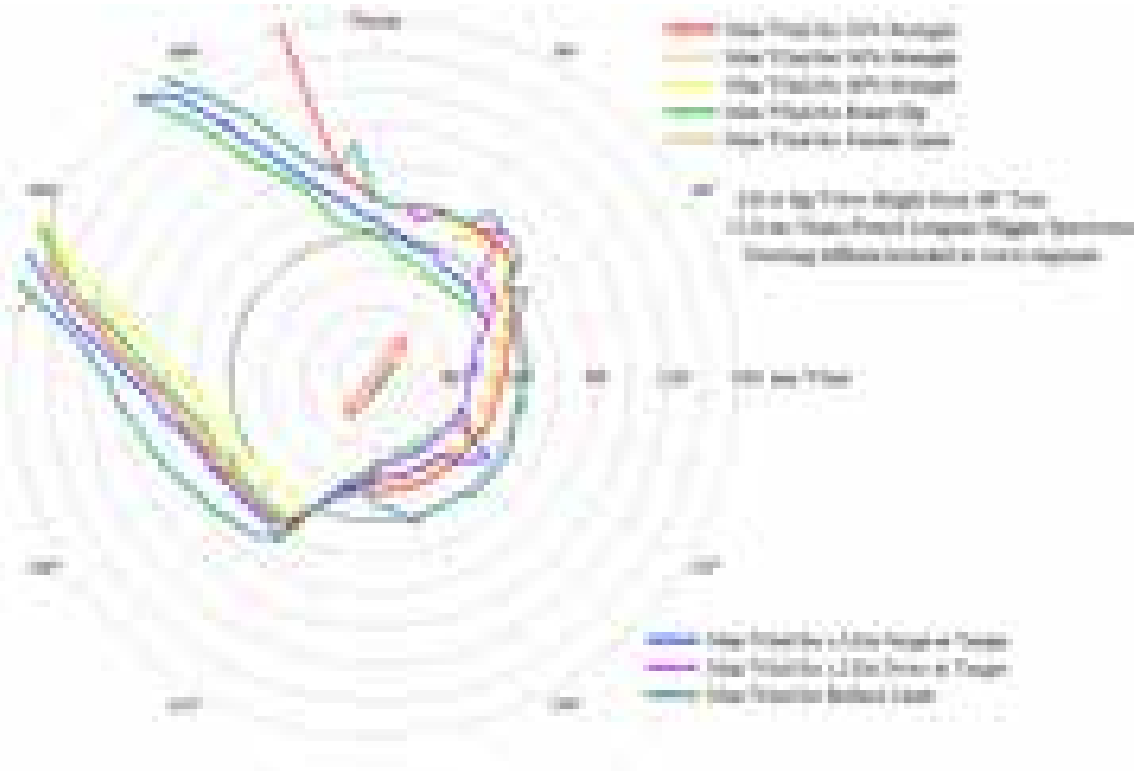
11.3.- Wind Limit Rose

```
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
              Ref:
          Remarks: Remarks:i
     Water Level:  -0,43 above datum
            Draft:   6,4
             Trim:   0,0
```



11.4.- Wind Limit Rose

```
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
              Ref:
          Remarks: Remarks:i
     Water Level:  -0,40 above datum
           Draft:   6,4
            Trim:   0,0
```



12.- 15,000 m3. Ballast-Highest Astronomical Tide

12.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes
Solid Pier Shields Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender Load-Compression Data

aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

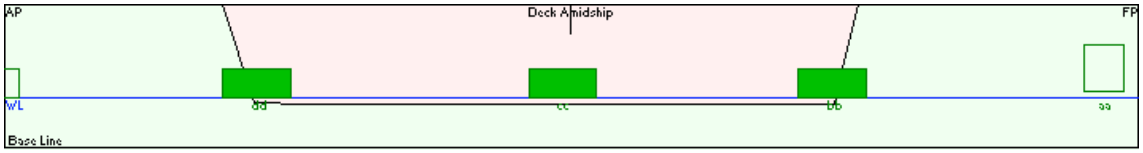
Vessel Data for 15000

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at Midship

LBP: 117,0
Breadth: 22,5
Depth: 15,0
Target: 0,8 fwd from midship and 4,1 above deck at side
End-on projected windage area: 340 above deck level
Side projected windage area: 700 above deck level
Fendering possible from: 0,308 LBP aft of midship
to: 0,253 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on: OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for: Small LNG Ship
Roll Damping Coeff: 5% of Critical

Flatside Contour

X-dist	-36,0	-32,7	-27,4	-9,1	0,6	27,3	27,8	29,6
Depth	0,0	10,2	10,4	10,4	10,4	10,4	7,3	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
1	42,8	11,3	3,5	11,5	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
2	51,8	10,7	3,5	8,5	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
3	60,4	5,3	3,5	8,9	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
4	62,7	0,0	3,5	10,6	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
5	60,4	-5,3	3,5	8,9	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
6	51,8	-10,7	3,5	8,5	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
7	42,8	-11,3	3,5	11,5	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
8	-51,8	11,2	3,5	8,8	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
9	-53,8	11,2	3,5	6,7	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
10	-62,7	9,3	3,5	8,4	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
11	-62,7	5,1	3,5	9,1	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
12	-62,7	-5,1	3,5	8,9	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
13	-62,7	-9,3	3,5	8,4	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
14	-53,8	-11,2	3,5	6,7	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71
15	-51,8	-11,2	3,5	8,8	15	4	18 SW 54	11,0 65 nd 71

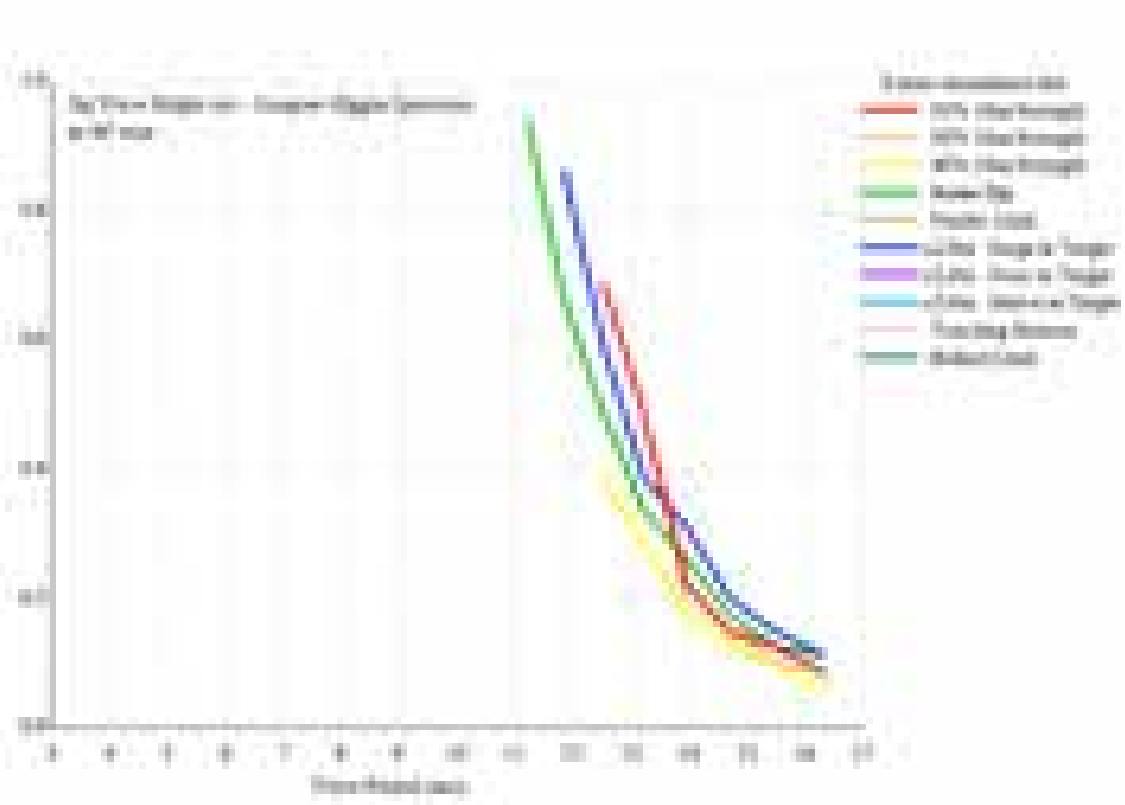
Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)
nd: nylon (polyamide) double braid (broken-in)

Arrangement for 15000 at Sagunto Actual.

12.2.- Sea State Limit Curve

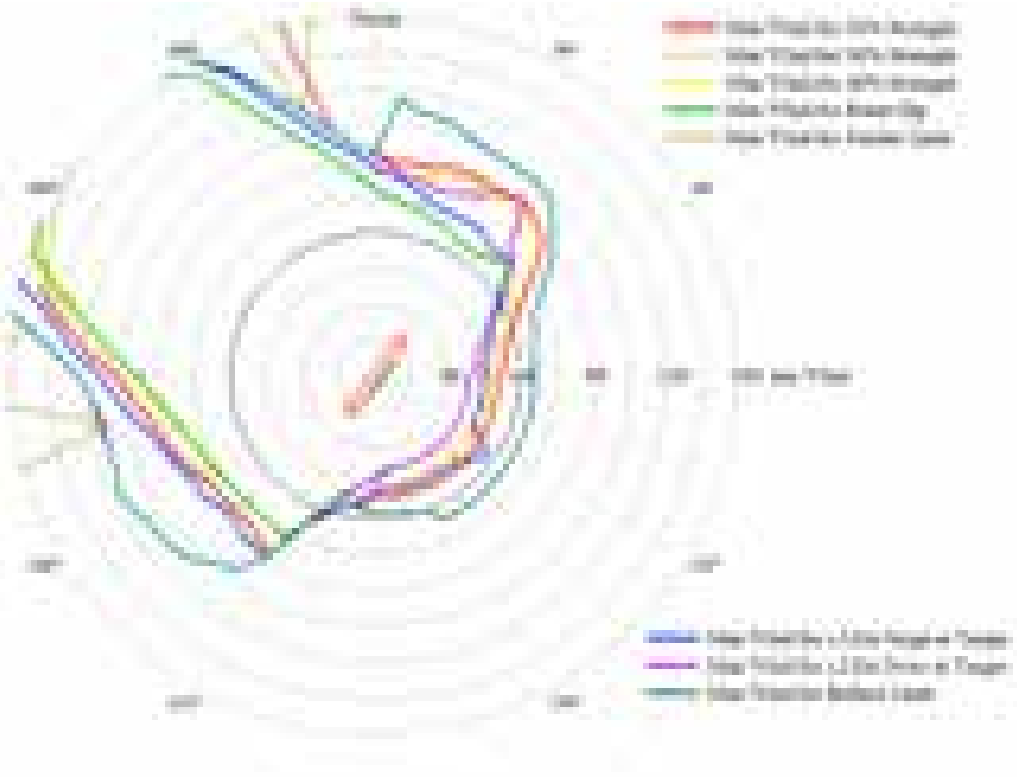
3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,22 above datum
Draft: 5,4
Trim: 0,0



12.3.- Wind Limit Rose

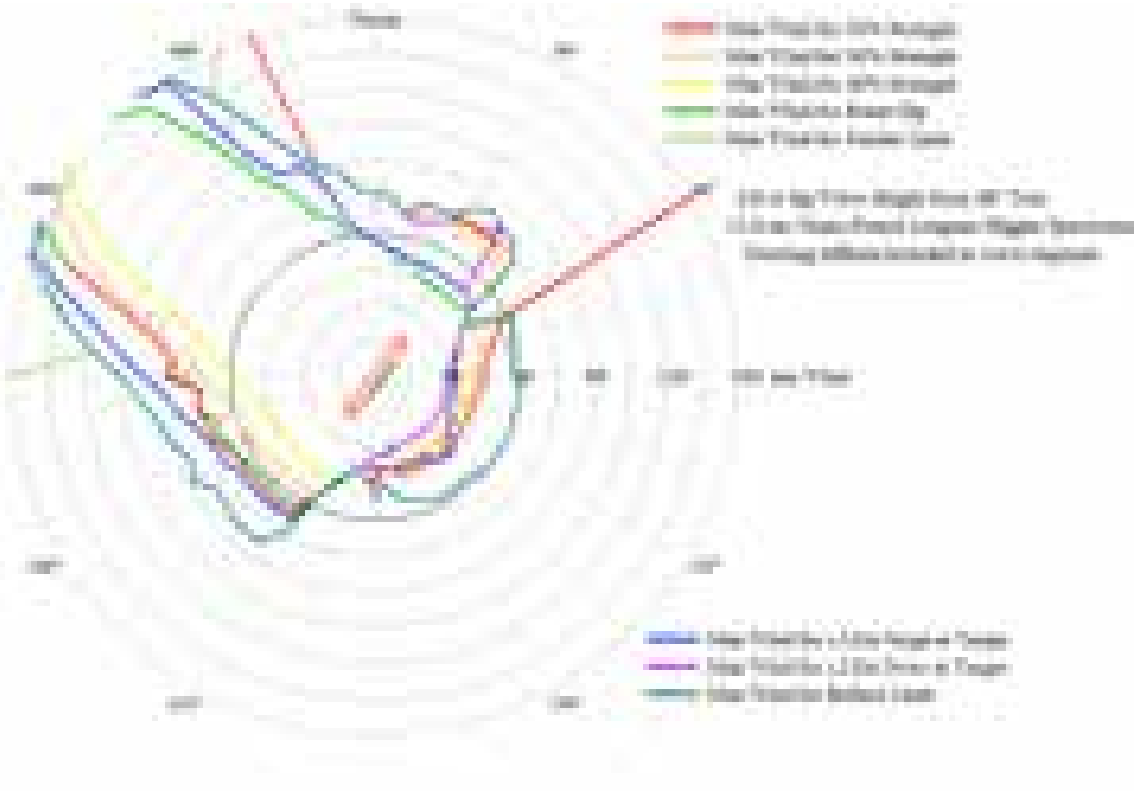
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,22 above datum
Draft: 5,4
Trim: 0,0



12.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,22 above datum
Draft: 5,4
Trim: 0,0



13.- Coral Energy. Loaded-Low Astronomical Tide

13.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes
Solid Pier Shields Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender Load-Compression Data

aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

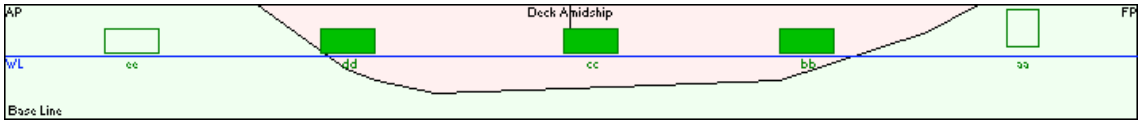
Vessel Data for 15600 Energy

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at Target

LBP: 146,7
Breadth: 22,7
Depth: 15,0
Target: 2,3 fwd from midship and 10,5 above deck at side
End-on projected windage area: 190 above deck level
Side projected windage area: 1030 above deck level
Fendering possible from: 0,277 LBP aft of midship
to: 0,360 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on: OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for: Small LNG Ship
Roll Damping Coeff: 5% of Critical

Flatside Contour

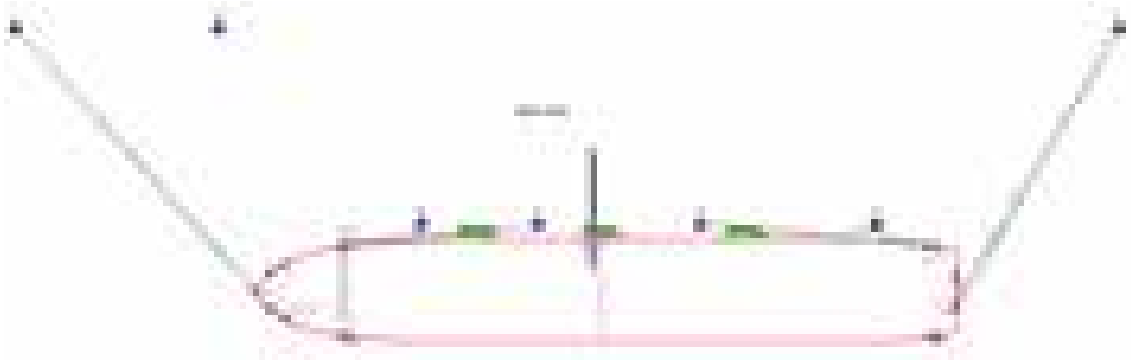
X-dist	-42,9	-31,3	-27,5	-20,0	8,7	24,9	44,0	50,5
Depth	0,0	8,4	9,9	11,5	10,4	9,9	3,5	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
1	71,5	4,0	3,9	11,8	36	4	29 SW 59	
2	68,4	5,9	3,9	8,7	36	4	29 SW 59	
3	55,9	10,0	3,9	17,2	36	4	29 SW 59	
4	54,6	10,3	3,9	19,6	36	4	29 SW 59	
5	-74,5	10,2	0,5	5,0	36	4	29 SW 59	
6	-76,7	9,9	0,5	3,5	36	4	29 SW 59	
7	-80,8	4,1	0,5	4,4	36	4	29 SW 59	
8	-80,8	2,1	0,5	5,7	36	4	29 SW 59	
9	71,5	-4,0	3,9	12,0	36	4	29 SW 59	
10	68,4	-5,9	3,9	8,8	36	4	29 SW 59	
11	55,9	-10,0	3,9	17,0	36	4	29 SW 59	
12	54,0	-10,0	3,9	19,7	36	4	29 SW 59	
13	-74,9	-10,1	0,5	4,7	36	4	29 SW 59	
14	-76,7	-9,9	0,5	3,6	36	4	29 SW 59	
15	-80,8	-4,4	0,5	4,0	36	4	29 SW 59	
16	-80,8	-2,3	0,5	5,8	36	4	29 SW 59	
17	74,7	0,0	0,5	5,8	36	4	29 SW 59	

Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)

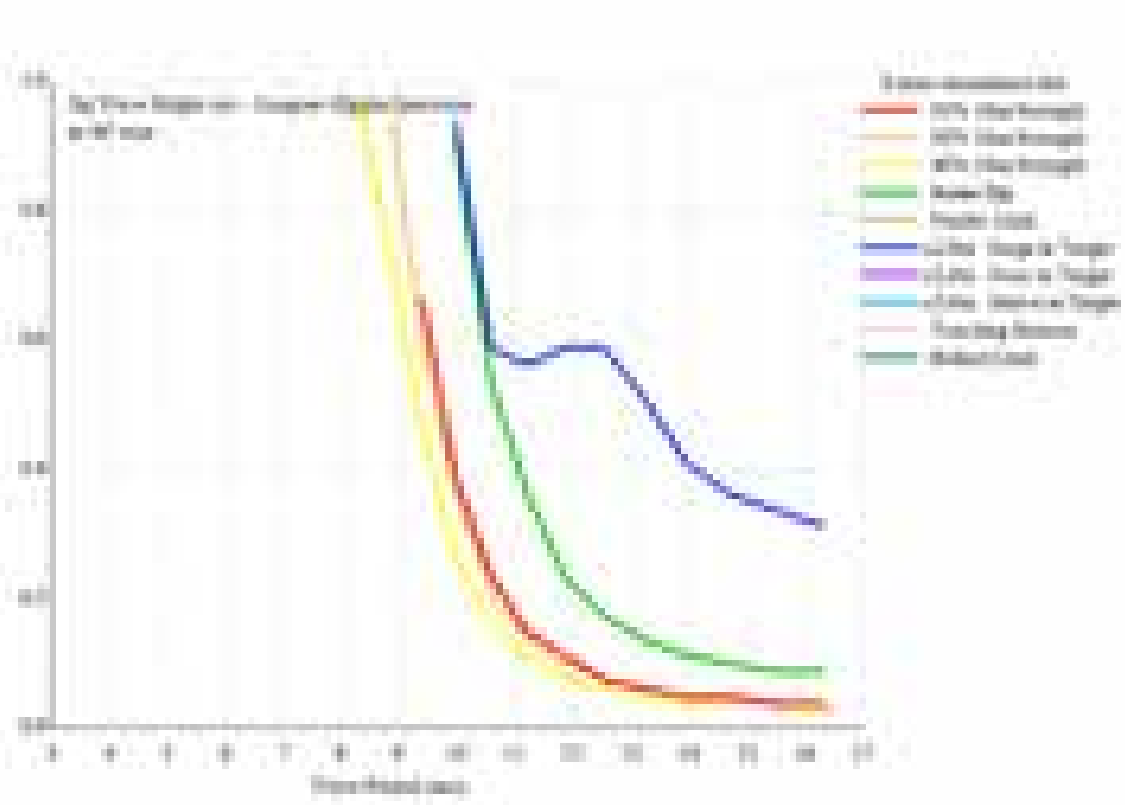
Arrangement for 15600 Energy at Sagunto Actual.



13.2.- Sea State Limit Curve

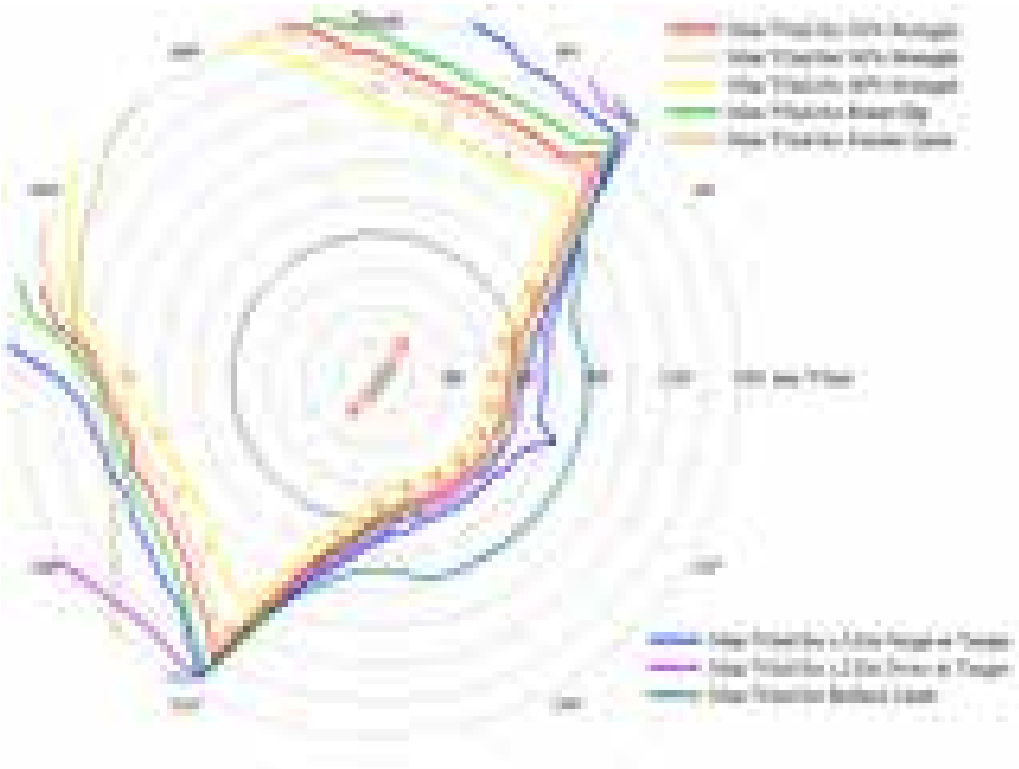
3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: -0,43 above datum
Draft: 8,2
Trim: 0,0



13.3.- Wind Limit Rose

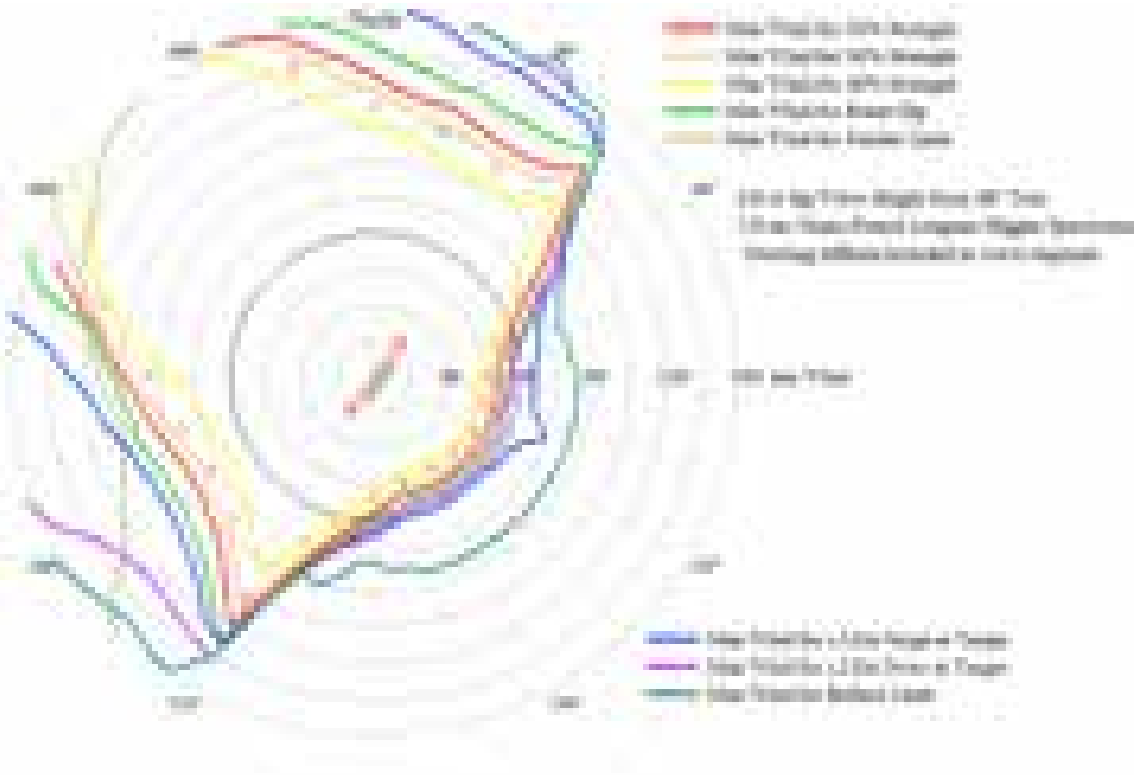
```
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
              Ref:
          Remarks: Remarks:i
     Water Level:  -0,40 above datum
            Draft:   8,2
             Trim:   0,0
```



13.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: -0,40 above datum
Draft: 8,2
Trim: 0,0



14.- Coral Energy. Ballast-Highest Astronomical Tide

14.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes
Solid Pier Shields Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender Load-Compression Data

aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

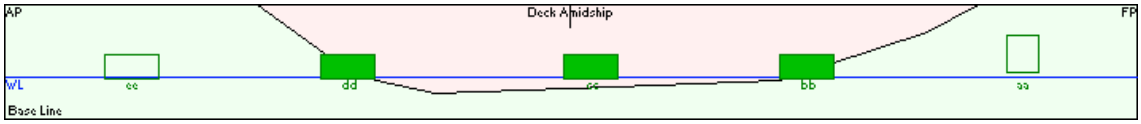
Vessel Data for 15600 Energy

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at Target

LBP: 146,7
Breadth: 22,7
Depth: 15,0
Target: 2,3 fwd from midship and 10,5 above deck at side
End-on projected windage area: 190 above deck level
Side projected windage area: 1030 above deck level
Fendering possible from: 0,277 LBP aft of midship
to: 0,360 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on: OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for: Small LNG Ship
Roll Damping Coeff: 5% of Critical

Flatside Contour

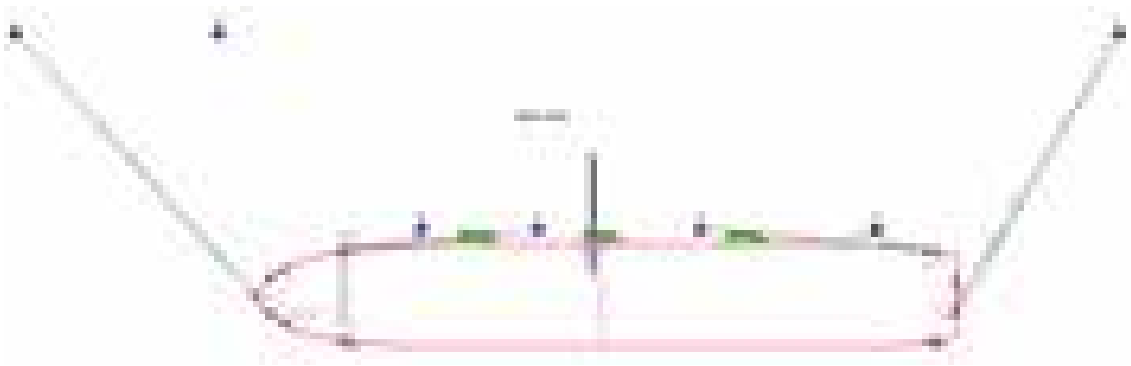
X-dist	-42,9	-31,3	-27,5	-20,0	8,7	24,9	44,0	50,5
Depth	0,0	8,4	9,9	11,5	10,4	9,9	3,5	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
1	71,5	4,0	3,9	11,8	36	4	29 SW 59	
2	68,4	5,9	3,9	8,7	36	4	29 SW 59	
3	55,9	10,0	3,9	17,2	36	4	29 SW 59	
4	54,6	10,3	3,9	19,6	36	4	29 SW 59	
5	-74,5	10,2	0,5	5,0	36	4	29 SW 59	
6	-76,7	9,9	0,5	3,5	36	4	29 SW 59	
7	-80,8	4,1	0,5	4,4	36	4	29 SW 59	
8	-80,8	2,1	0,5	5,7	36	4	29 SW 59	
9	71,5	-4,0	3,9	12,0	36	4	29 SW 59	
10	68,4	-5,9	3,9	8,8	36	4	29 SW 59	
11	55,9	-10,0	3,9	17,0	36	4	29 SW 59	
12	54,0	-10,0	3,9	19,7	36	4	29 SW 59	
13	-74,9	-10,1	0,5	4,7	36	4	29 SW 59	
14	-76,7	-9,9	0,5	3,6	36	4	29 SW 59	
15	-80,8	-4,4	0,5	4,0	36	4	29 SW 59	
16	-80,8	-2,3	0,5	5,8	36	4	29 SW 59	
17	74,7	0,0	0,5	5,8	36	4	29 SW 59	

Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)

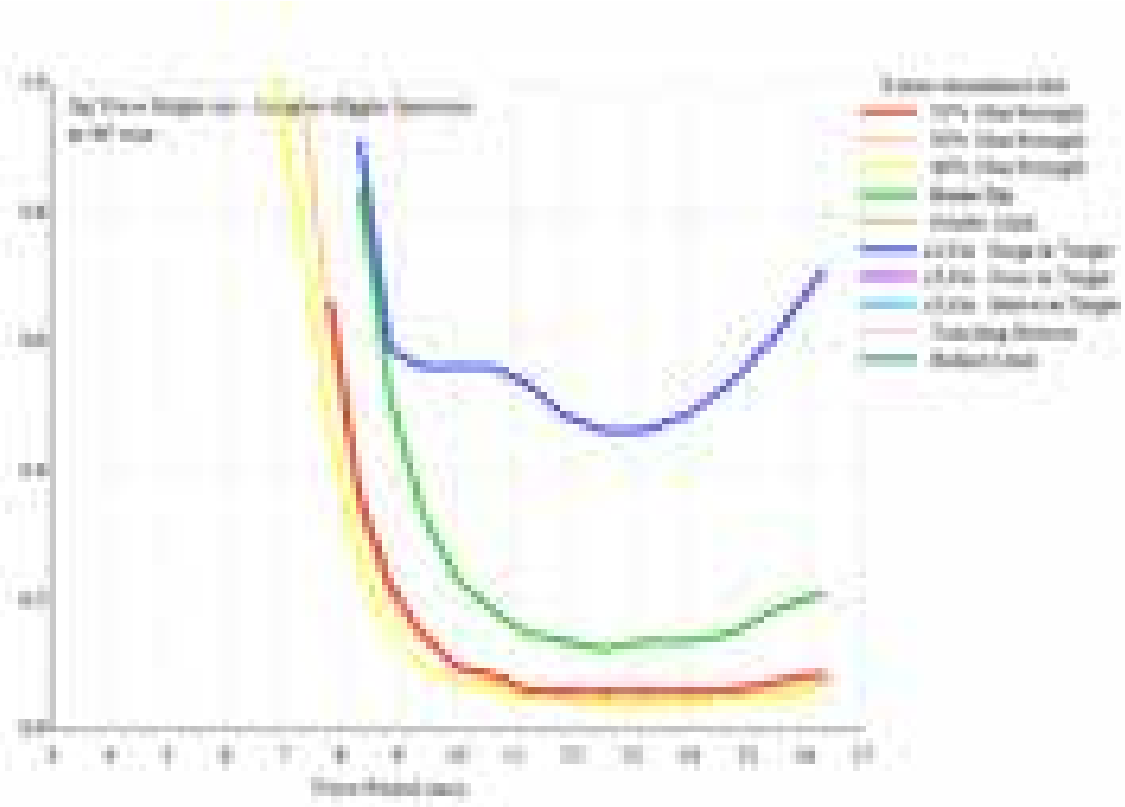
Arrangement for 15600 Energy at Sagunto Actual.



14.2.- Sea State Limit Curve

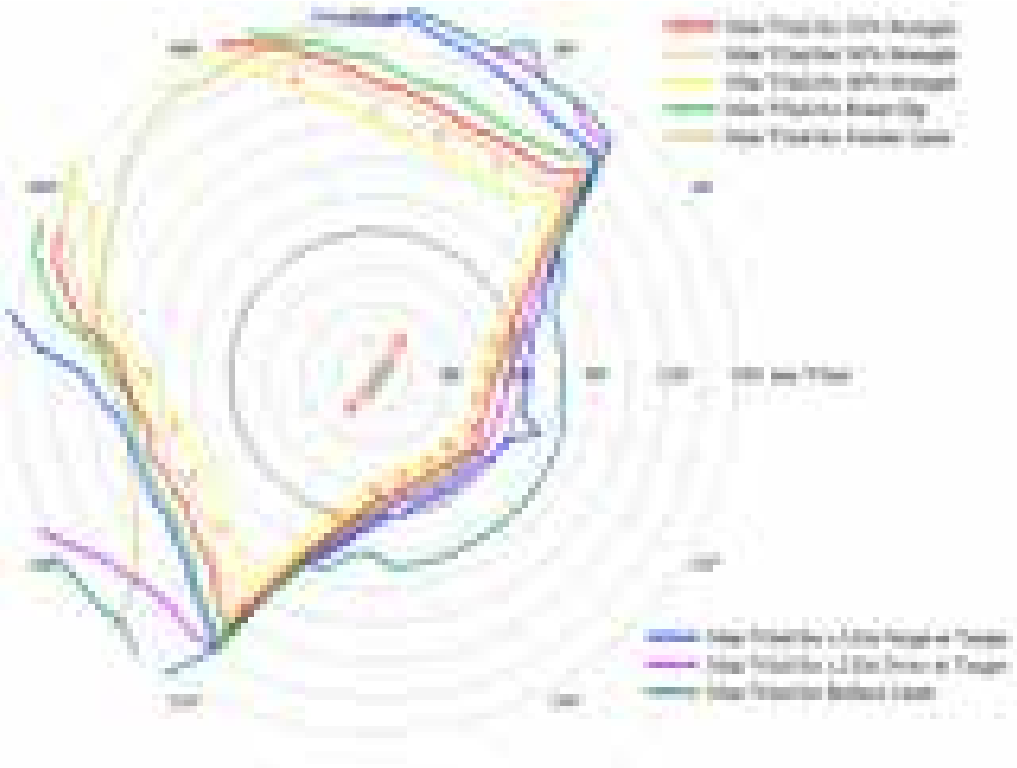
3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,22 above datum
Draft: 5,5
Trim: 0,0



14.3.- Wind Limit Rose

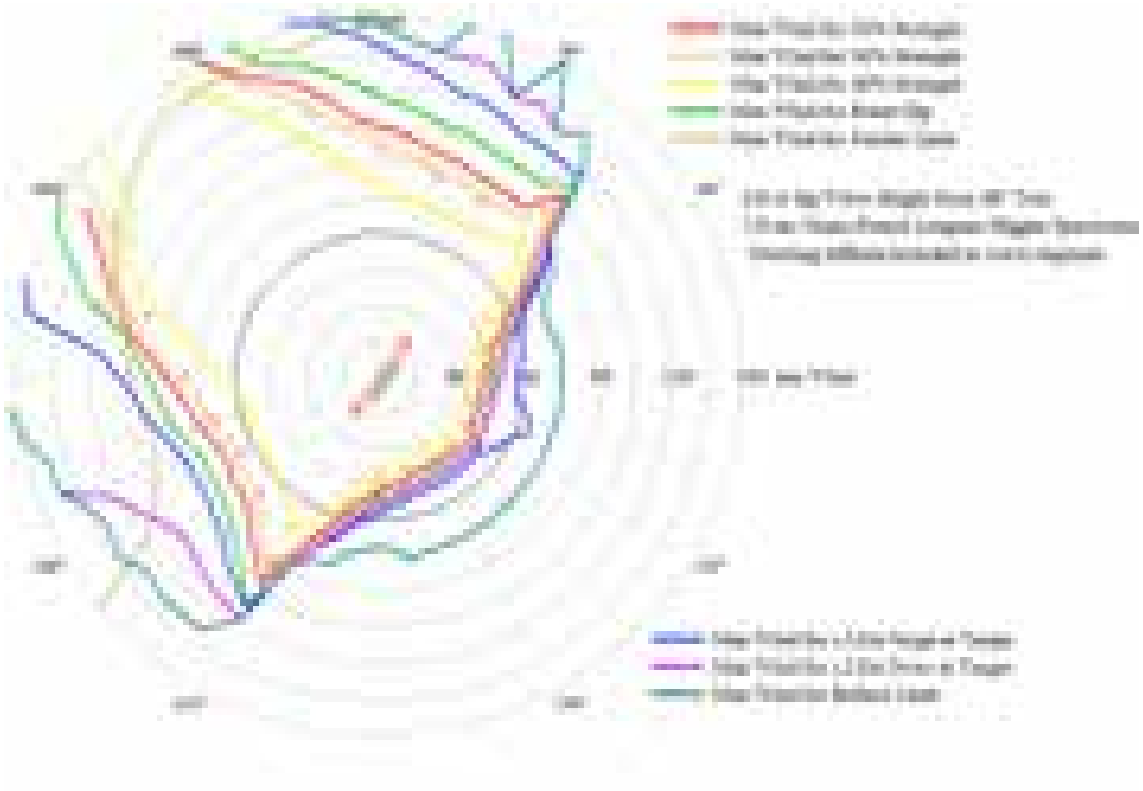
```
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
             Ref:
         Remarks: Remarks:i
     Water Level:   0,20 above datum
           Draft:   5,5
            Trim:   0,0
```



14.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,20 above datum
Draft: 5,5
Trim: 0,0



15.- Aman Bintulu. Loaded-Low Astronomical Tide

15.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes
Solid Pier Shields Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender Load-Compression Data

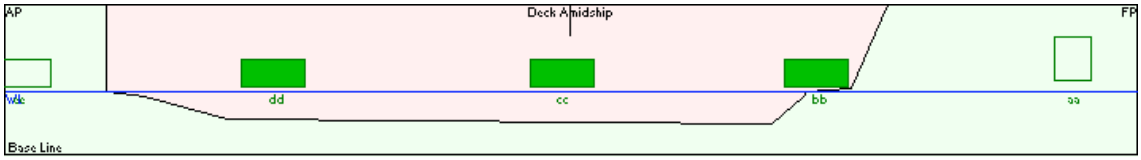
aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

Vessel Data for Aman Bintulu

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at AP

LBP: 124,0
Breadth: 25,7
Depth: 16,6
Target: -4,5 fwd from midship and 4,3 above deck at side
End-on projected windage area: 280 above deck level
Side projected windage area: 730 above deck level
Fendering possible from: 0,410 LBP aft of midship
to: 0,281 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on: OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for: Gas Tranzport (Prismatic)
Roll Damping Coeff: 5% of Critical

Flatside Contour									
X-dist	11,1	11,1	15,3	24,3	84,0	87,5	87,9	92,8	96,8
Depth	0,0	9,5	10,1	12,6	13,1	10,1	9,5	9,1	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size	Line Type	Line BL	Tail Segment-1 Lgth	Tail Segment-1 Size	Tail Segment-1 Type	Tail Segment-1 BL
1	123,7	5,2	0,5	11,0	31	5	28	SW	54	11,0	65	nd	71
2	122,1	6,2	0,5	11,0	31	5	28	SW	54	11,0	65	nd	71
3	113,3	10,8	0,5	11,0	31	5	28	SW	54	11,0	65	nd	71
4	106,8	12,3	0,5	11,0	31	5	28	SW	54	11,0	65	nd	71
5	4,5	11,7	-3,0	11,0	31	5	28	SW	54	11,0	65	nd	71
6	1,3	10,3	-3,0	11,0	31	5	28	SW	54	9,0	65	nd	71
7	-3,1	6,6	-3,0	11,0	31	5	28	SW	54	10,8	65	nd	71
8	-3,1	3,7	-3,0	11,0	31	5	28	SW	54	11,0	65	nd	71
9	-3,1	-6,6	-3,0	11,0	31	5	28	SW	54	10,8	65	nd	71
10	-3,1	-3,7	-3,0	11,0	31	5	28	SW	54	11,0	65	nd	71

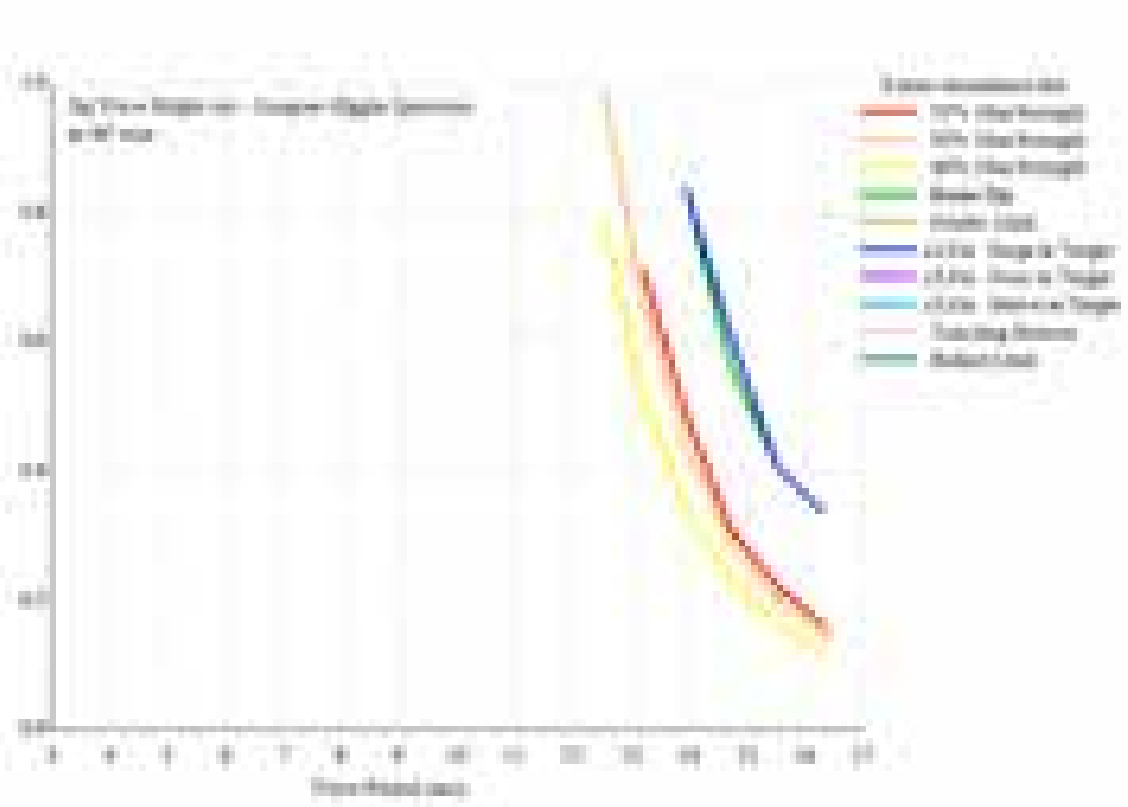
Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)
nd: nylon (polyamide) double braid (broken-in)

Arrangement for Aman Bintulu at Sagunto Actual.

15.2.- Sea State Limit Curve

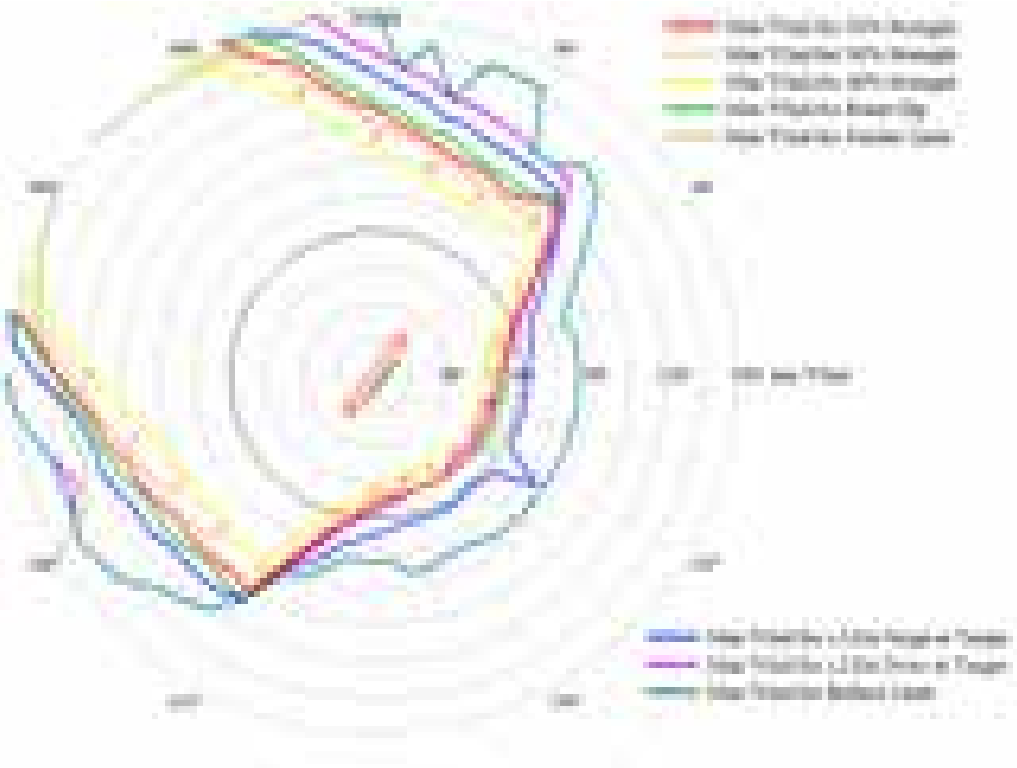
3hr Maximum response limits derived from data for Gas Tranzport (Prismatic)

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: -0,43 above datum
Draft: 7,0
Trim: 0,0



15.3.- Wind Limit Rose

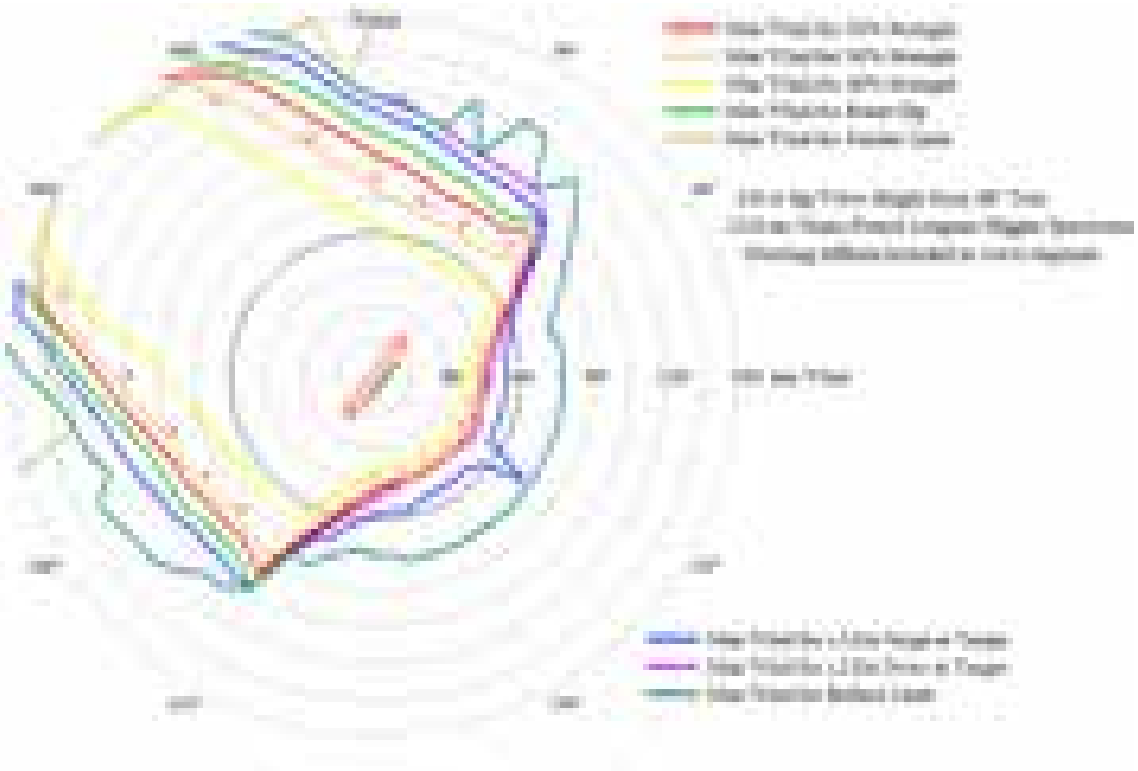
```
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
             Ref:
         Remarks: Remarks:i
     Water Level:  -0,40 above datum
           Draft:   7,0
            Trim:   0,0
```



15.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Gas Tranzport (Prismatic)

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: -0,40 above datum
Draft: 7,0
Trim: 0,0



16.- Aman Bintulu. Ballast-Highest Astronomical Tide

16.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes
Solid Pier Shields Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender Load-Compression Data

aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

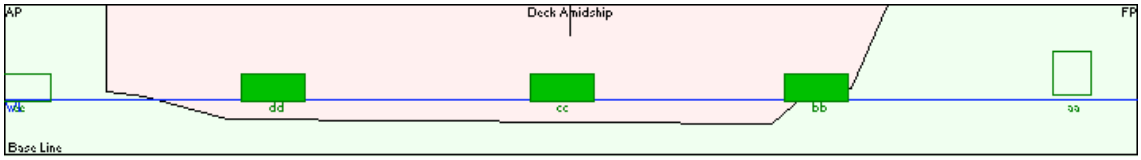
Vessel Data for Aman Bintulu

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at AP

LBP: 124,0
Breadth: 25,7
Depth: 16,6
Target: -4,5 fwd from midship and 4,3 above deck at side
End-on projected windage area: 280 above deck level
Side projected windage area: 730 above deck level
Fendering possible from: 0,410 LBP aft of midship
to: 0,281 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on: OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for: Gas Tranzport (Prismatic)
Roll Damping Coeff: 5% of Critical

Flatside Contour

X-dist	11,1	11,1	15,3	24,3	84,0	87,5	87,9	92,8	96,8
Depth	0,0	9,5	10,1	12,6	13,1	10,1	9,5	9,1	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size	Line Type	Line BL	Tail Segment-1 Lgth	Tail Segment-1 Size	Tail Segment-1 Type	Tail Segment-1 BL
1	123,7	5,2	0,5	11,0	31	5	28	SW	54	11,0	65	nd	71
2	122,1	6,2	0,5	11,0	31	5	28	SW	54	11,0	65	nd	71
3	113,3	10,8	0,5	11,0	31	5	28	SW	54	11,0	65	nd	71
4	106,8	12,3	0,5	11,0	31	5	28	SW	54	11,0	65	nd	71
5	4,5	11,7	-3,0	11,0	31	5	28	SW	54	11,0	65	nd	71
6	1,3	10,3	-3,0	11,0	31	5	28	SW	54	9,0	65	nd	71
7	-3,1	6,6	-3,0	11,0	31	5	28	SW	54	10,8	65	nd	71
8	-3,1	3,7	-3,0	11,0	31	5	28	SW	54	11,0	65	nd	71
9	-3,1	-6,6	-3,0	11,0	31	5	28	SW	54	10,8	65	nd	71
10	-3,1	-3,7	-3,0	11,0	31	5	28	SW	54	11,0	65	nd	71

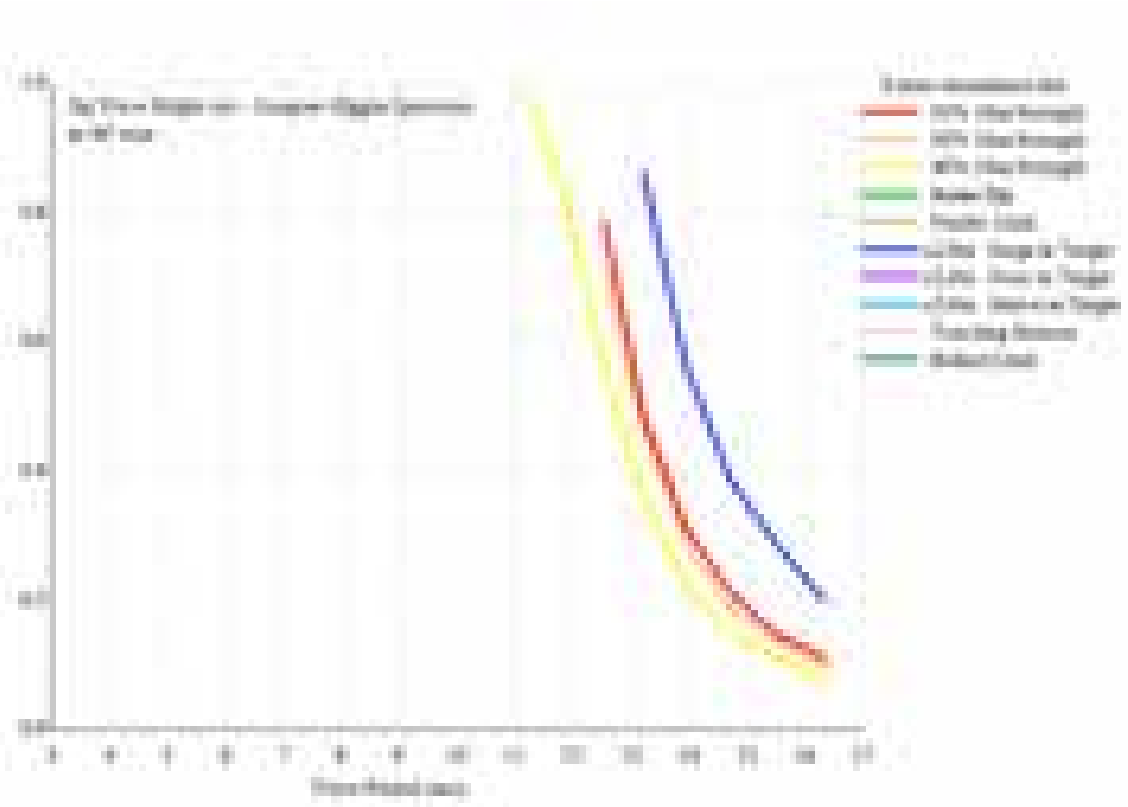
Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)
nd: nylon (polyamide) double braid (broken-in)

Arrangement for Aman Bintulu at Sagunto Actual.

16.2.- Sea State Limit Curve

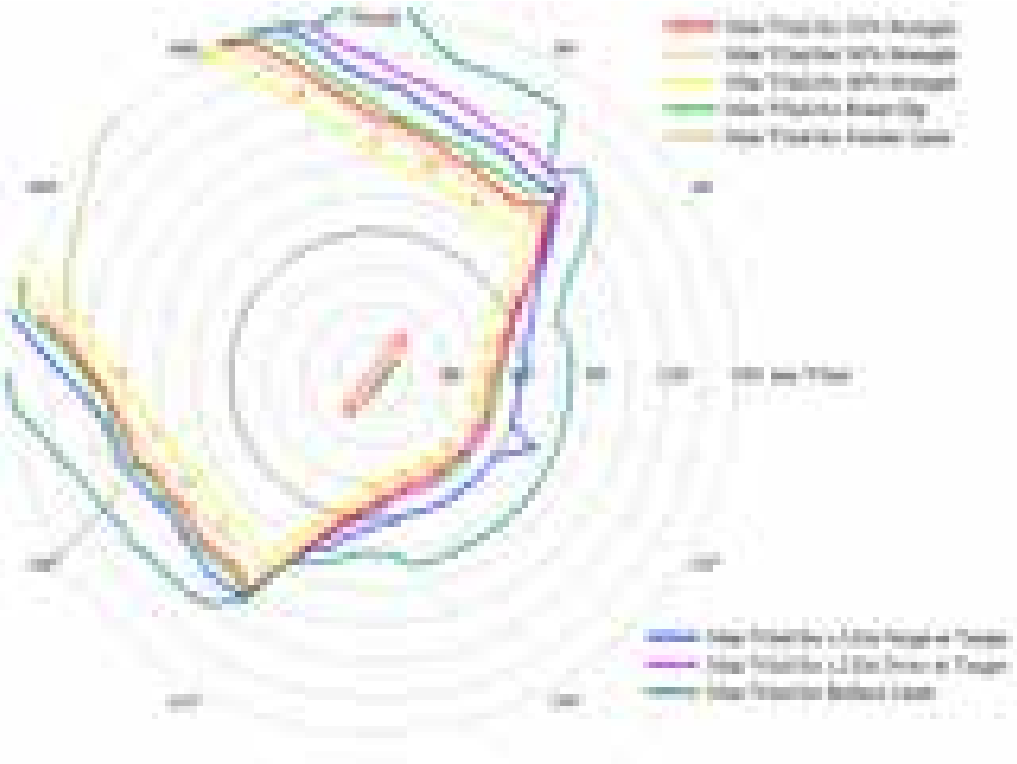
3hr Maximum response limits derived from data for Gas Tranzport (Prismatic)

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,20 above datum
Draft: 6,1
Trim: 0,0



16.3.- Wind Limit Rose

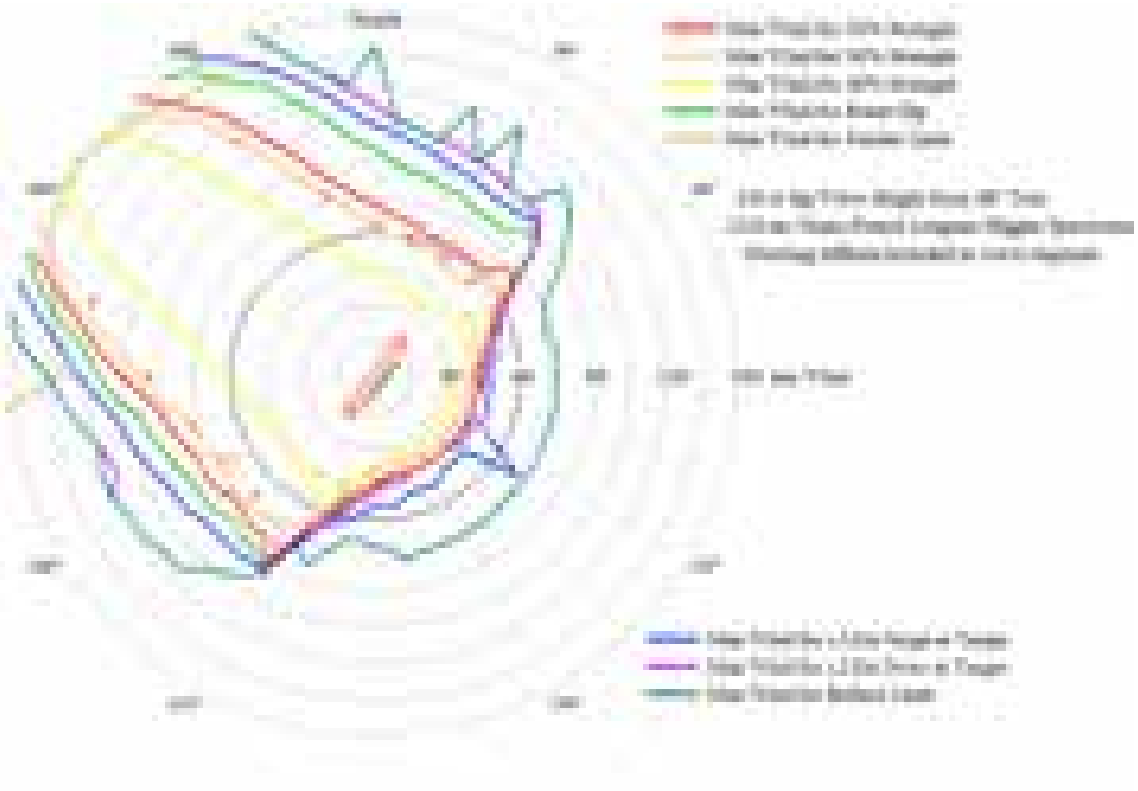
```
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
              Ref:
          Remarks: Remarks:i
      Water Level:   0,20 above datum
            Draft:   6,1
             Trim:   0,0
```



16.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Gas Tranzport (Prismatic)

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,20 above datum
Draft: 6,1
Trim: 0,0



17.- WSD50 20K. Loaded-Low Astronomical Tide

17.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes
Solid Pier Shields Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender Load-Compression Data

aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

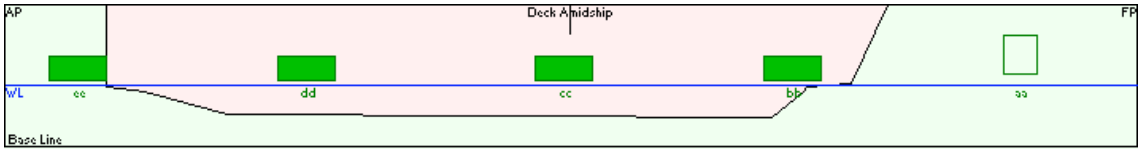
Vessel Data for Wartsila

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at Midship

LBP: 138,7
Breadth: 25,3
Depth: 17,6
Target: 2,0 fwd from midship and 4,3 above deck at side
End-on projected windage area: 250 above deck level
Side projected windage area: 740 above deck level
Fendering possible from: 0,410 LBP aft of midship
to: 0,281 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on: OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for: Small LNG Ship
Roll Damping Coeff: 5% of Critical

Flatside Contour

X-dist	-56,9	-56,9	-52,2	-42,2	24,6	28,5	29,0	34,5	38,9
Depth	0,0	10,1	10,7	13,4	13,9	10,7	10,1	9,6	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
4	64,2	10,2	0,5	7,6	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
5	65,4	9,5	0,5	7,5	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
6	72,6	3,6	0,5	18,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
7	73,7	0,0	0,5	18,5	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
8	72,6	-3,6	0,5	18,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
9	65,4	-9,5	0,5	7,5	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
10	64,2	-10,2	0,5	7,6	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
14	-67,8	11,8	0,5	6,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
15	-69,5	11,5	0,5	6,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
16	-74,1	9,8	0,5	6,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
17	-73,7	5,6	0,5	6,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
18	-73,7	-5,6	0,5	6,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
19	-74,1	-9,8	0,5	6,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
20	-69,5	-11,5	0,5	6,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
21	-67,8	-11,8	0,5	6,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71

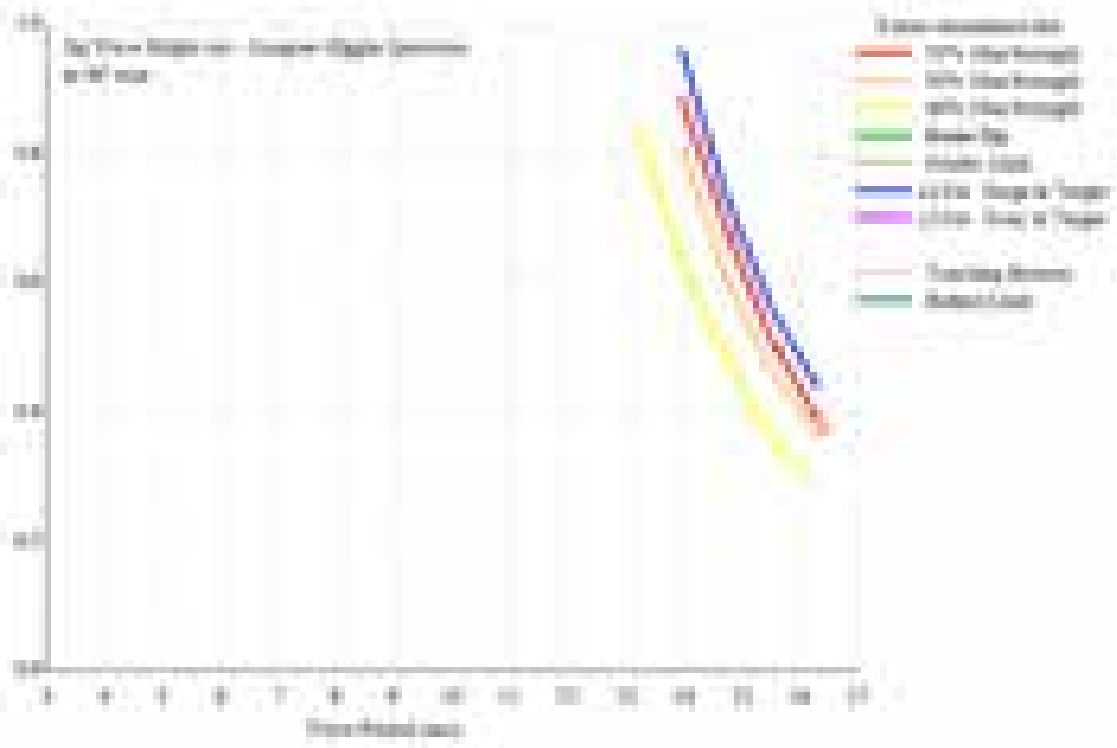
Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)
nd: nylon (polyamide) double braid (broken-in)

Arrangement for Wartsila at Sagunto Actual.

17.2.- Sea State Limit Curve

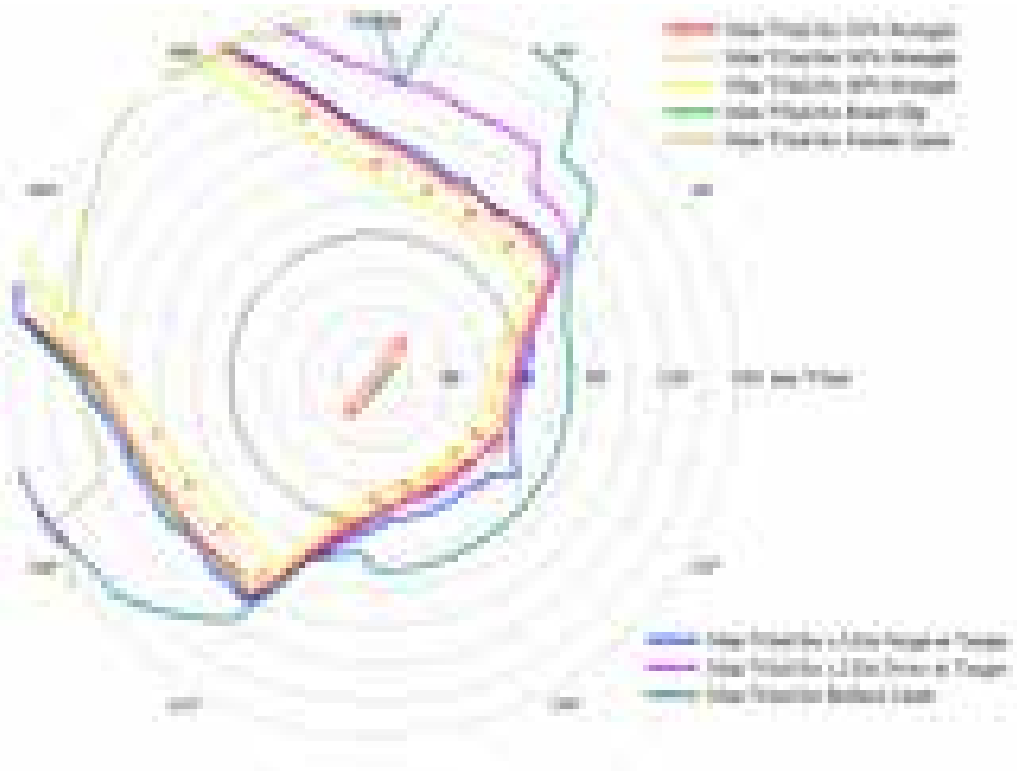
3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: -0,43 above datum
Draft: 7,8
Trim: 0,0



17.3.- Wind Limit Rose

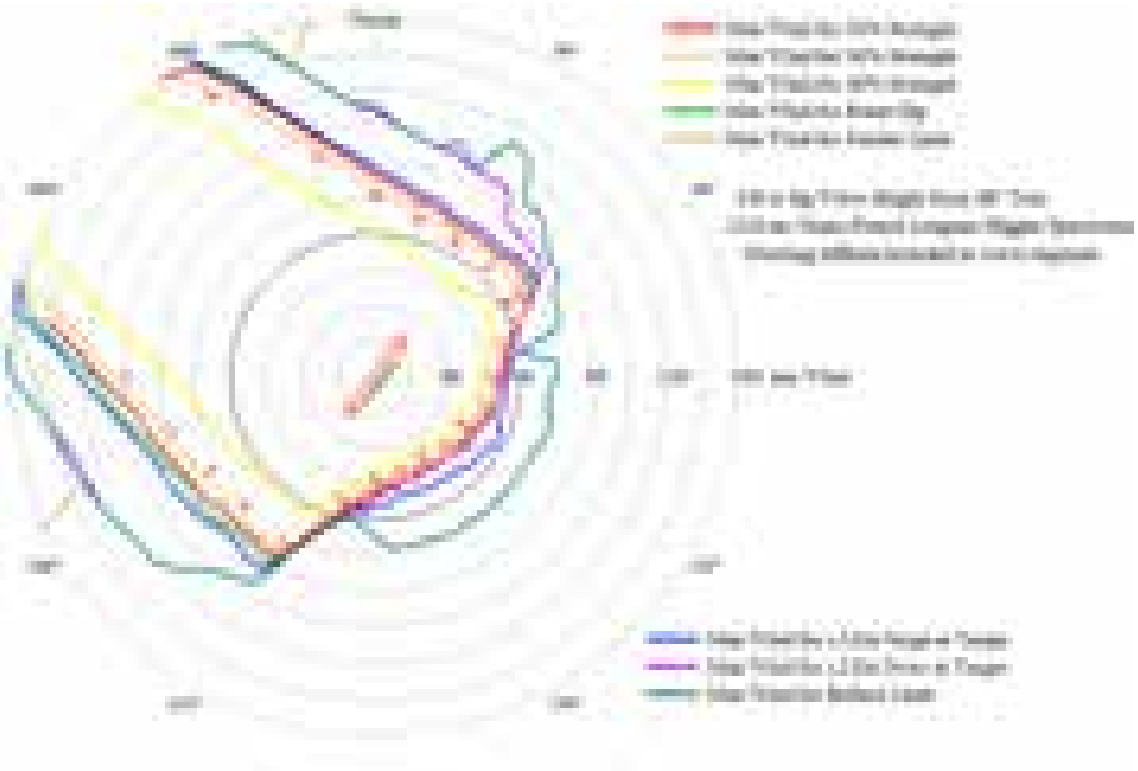
```
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
             Ref:
         Remarks: Remarks:i
     Water Level:  -0,43 above datum
           Draft:   7,8
            Trim:   0,0
```



17.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: -0,43 above datum
Draft: 7,8
Trim: 0,0



18.- WSD50 20K. Ballast-Highest Astronomical Tide

18.1.- Input Data

Berth Data for Sagunto Actual.

Units in m & tonnes
Solid Pier Shields Waves

Left to Right of Screen Site Plan Points:	216°
Width of Channel (for Current):	1000
Pier Height (Fixed) above Datum:	2,7
Dredged Depth below Datum:	14,0
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00
Permissible Vertical Movement: ±	2,00
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0
Wind Speed Specified at Height:	10,0
Current Specified at Depth:	0,0

Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
A	202,0	46,8	0,5	375
B	162,0	46,8	0,5	300
C	117,0	46,8	0,5	300
D	63,0	3,5	0,5	300
E	24,0	3,5	0,5	300
F	-12,0	3,5	0,5	300
G	-38,0	3,5	0,5	300
H	-83,0	46,8	0,5	300
I	-128,0	46,8	0,5	300
J	-168,0	46,8	0,5	375

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m²)
aa	-54,2	3,3	4,1	19,3
bb	-26,2	1,6	7,0	21,0
cc	1,7	1,6	7,0	21,0
dd	33,3	1,6	7,0	21,0
ee	61,3	1,6	7,0	21,0
ff	89,3	3,3	4,1	19,3

Fender Load-Compression Data

aa	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
bb	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
cc	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
dd	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ee	102	190	244	280	276	270	300 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m
ff	106	210	280	320	310	300	340 tonnes
	0,07	0,15	0,20	0,40	0,50	0,65	0,80 m

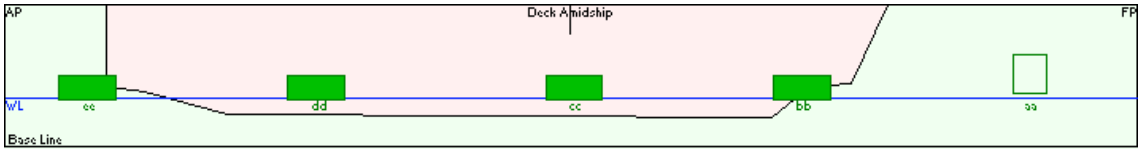
Vessel Data for Wartsila

Units in m, mm, & tonnes
Longitudinal datum at Midship

LBP: 138,7
Breadth: 25,3
Depth: 17,6
Target: 2,0 fwd from midship and 4,3 above deck at side
End-on projected windage area: 250 above deck level
Side projected windage area: 740 above deck level
Fendering possible from: 0,410 LBP aft of midship
to: 0,281 LBP fwd of midship
Current drag data based on: OCIMF (Conventional Bow)
Wind drag data based on: OCIMF Gas Carrier (Prismatic)
Wave motion data based on RAO data for: Small LNG Ship
Roll Damping Coeff: 5% of Critical

Flatside Contour

X-dist	-56,9	-56,9	-52,2	-42,2	24,6	28,5	29,0	34,5	38,9
Depth	0,0	10,1	10,7	13,4	13,9	10,7	10,1	9,6	0,0



Line No.	Fair-Lead X	Fair-Lead Y	Ht on Deck	Dist to Winch	Brake Limit	Pre-Tension	Line Size-Type-BL	Tail Segment-1 Lgth-Size-Type-BL
4	64,2	10,2	0,5	7,6	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
5	65,4	9,5	0,5	7,5	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
6	72,6	3,6	0,5	18,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
7	73,7	0,0	0,5	18,5	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
8	72,6	-3,6	0,5	18,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
9	65,4	-9,5	0,5	7,5	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
10	64,2	-10,2	0,5	7,6	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
14	-67,8	11,8	0,5	6,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
15	-69,5	11,5	0,5	6,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
16	-74,1	9,8	0,5	6,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
17	-73,7	5,6	0,5	6,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
18	-73,7	-5,6	0,5	6,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
19	-74,1	-9,8	0,5	6,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
20	-69,5	-11,5	0,5	6,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71
21	-67,8	-11,8	0,5	6,0	31	5	28 SW 54	11,0 65 nd 71

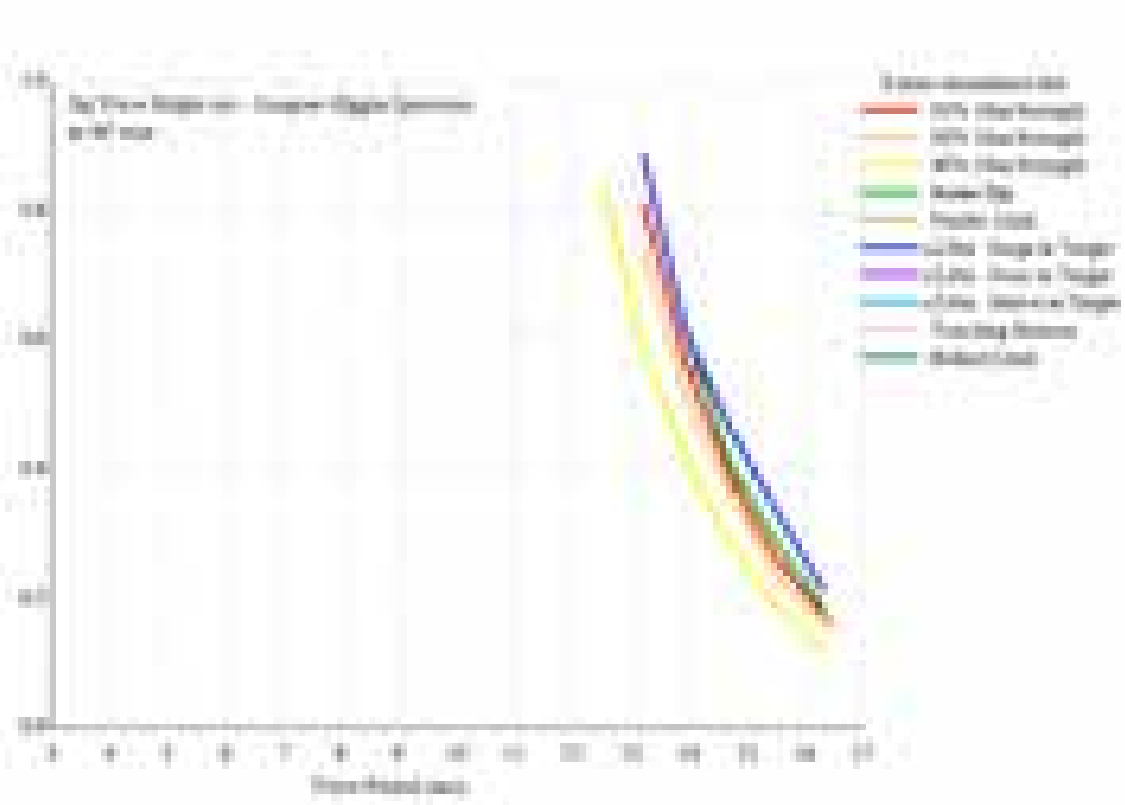
Codes for Types of Line:
SW: Steel Wire (steel core)
nd: nylon (polyamide) double braid (broken-in)

Arrangement for Wartsila at Sagunto Actual.

18.2.- Sea State Limit Curve

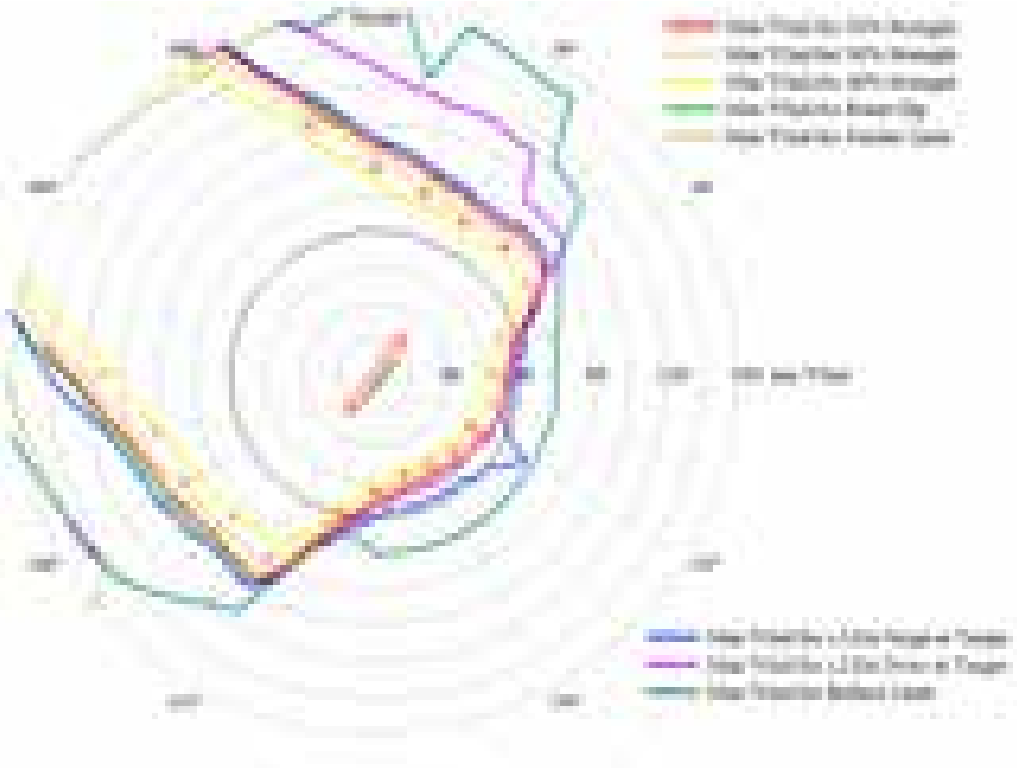
3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,22 above datum
Draft: 6,1
Trim: 0,0



18.3.- Wind Limit Rose

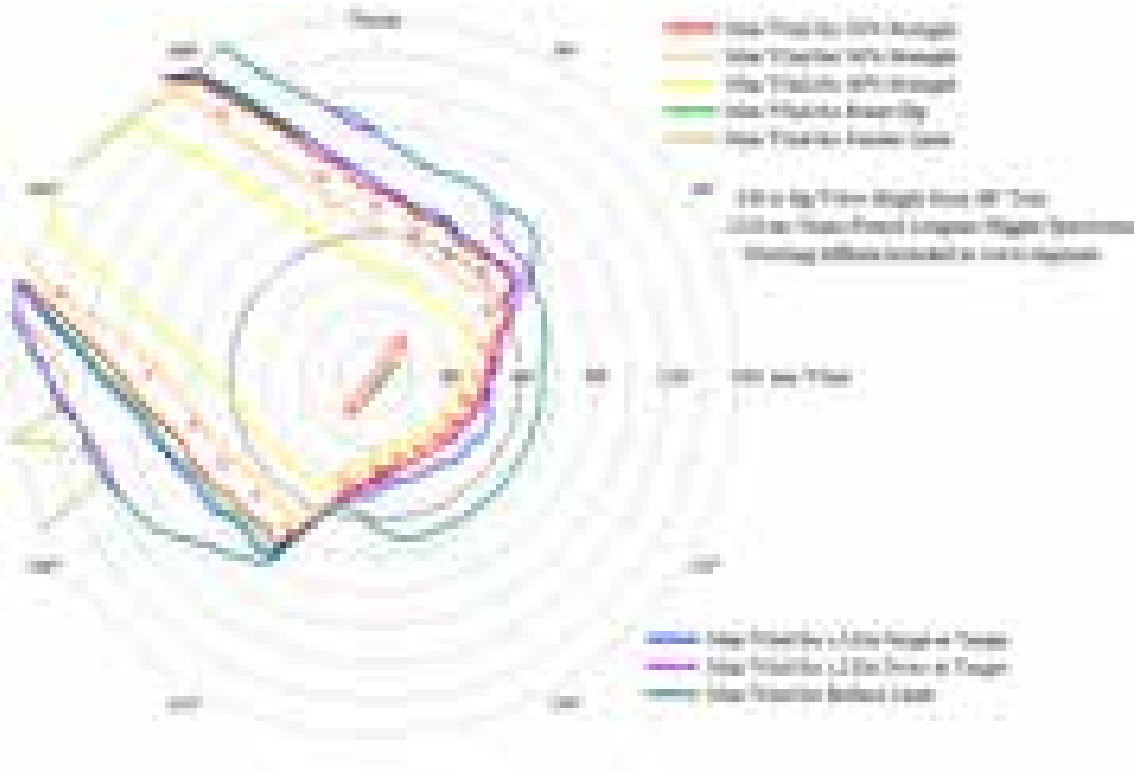
```
Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
             Ref:
         Remarks: Remarks:i
     Water Level:   0,22 above datum
           Draft:   6,1
            Trim:   0,0
```



18.4.- Wind Limit Rose

3hr Maximum response limits derived from data for Small LNG Ship

Analysis for Time: 1200 15 nov 2007
Ref:
Remarks: Remarks:i
Water Level: 0,22 above datum
Draft: 6,1
Trim: 0,0



COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

GEOMETRICAL COMPATIBILITY STUDY FOR SMALL SCALE LNG CARRIERS

RECORD OF REVIEW

Review	Date	Prepared by	Checked by	Approved by	Change description
1	22/12/15	MLC	AAM	AMV	Issued for comments
2	28/03/15	ILG	AAM	AMV	Issued for use

TABLE OF CONTENTS

1.- INTRODUCTION AND SCOPE 6

2.- VESSEL DATA AND MARINE TERMINAL LAYOUT 7

2.3.- LOADING ARMS 8

2.4.- FENDERS SYSTEM 8

2.5.- MOORING LINE SYSTEM 10

2.6.- ACCESS GANGWAY 11

2.7.- DEPTH AT THE BERTH 11

3.- COMPATIBILITY ASSESSMENT 12

3.1.- Tugboat 13

3.1.1 Geometrical Compatibility with Fenders 13

3.1.2 Geometrical Compatibility with Mooring System 14

3.2.- Monte Arucas 15

3.2.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms 15

3.2.2 Geometrical Compatibility with Fenders 16

3.2.3 Geometrical Compatibility with Mooring System 17

3.2.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways 18

3.3.- 2,000 m^3 LNG carrier 19

3.3.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms 19

3.3.2 Geometrical Compatibility with Fenders 20

3.3.3 Geometrical Compatibility with Mooring System 21

3.3.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways 22

3.4.- 4,000 m^3 LNG carrier 23

3.4.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms 23

3.4.2 Geometrical Compatibility with Fenders 24

3.4.3 Geometrical Compatibility with Mooring System 25

3.4.4 Geometrical Compatibility with Gangways 26

3.5.- Coral Anthelia LNG carrier 27

3.5.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms 27

3.5.2 Geometrical Compatibility with Fenders 27

3.5.3 Geometrical Compatibility with Mooring System 28

3.5.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways 29

3.6.- Coral Methane LNG carrier 29

3.6.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms 29

3.6.2 Geometrical Compatibility with Fenders 30
3.6.3 Geometrical Compatibility with Mooring System 31
3.6.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways 32
3.7.- Norgas LNG carrier 33
3.7.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms 33
3.7.2 Geometrical Compatibility with Fenders 34
3.7.3 Geometrical Compatibility with Mooring System 35
3.7.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways 36
3.8.- 15,000 m^3 LNG carrier 37
3.8.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms 37
3.8.2 Geometrical Compatibility with Fenders 38
3.8.3 Geometrical Compatibility with Mooring System 39
3.8.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways 40
3.9.- Coral Energy LNG carrier 41
3.9.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms 41
3.9.2 Geometrical Compatibility with Fenders 42
3.9.3 Geometrical Compatibility with Mooring System 43
3.9.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways 44
3.10.- AMAN BINTULU LNG carrier 45
3.10.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms 45
3.10.2 Geometrical Compatibility with Fenders 46
3.10.3 Geometrical Compatibility with Mooring System 46
3.10.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways 48
3.11.- WSD50 20K LNG carrier 49
3.11.1 Geometrical Compatibility with LNG transfer Arms 49
3.11.2 Geometrical Compatibility with Fenders 50
3.11.3 Geometrical Compatibility with Mooring System 51
3.11.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways 52
4.- CONCLUSIONS AND PROPOSED ACTIONS 53
LNG Transfer Arms 53
Fender System 53
Mooring System 53
Access Gangways 55
4.1.- New hoses for the LNG transference operation 56

4.2.- New fenders between the existing ones 56

4.3.- Orientation change in fenders 4 and 5. 56

4.4.- New mooring points or displacement of the hoses LNG transference position 56

4.5.- Schedule 57

4.6.- Equipment cost 57

TABLE OF FIGURES

Figure 1. Location of the terminal 6
Figure 2. Marine Terminal Layout 8
Figure 3. Fender system layout. Elevation view 9
Figure 4. Inner fender position 9
Figure 5. Outer fender position 10
Figure 6. Tugboat fenders compatibility assessment. 13
Figure 7. Tugboat elevation and plan views mooring Configuration 14
Figure 8. Monte Arucas. LNG transference arms. 15
Figure 9. Monte Arucas. Fenders compatibility assessment. 16
Figure 10. Monte Arucas. Elevation and plan views mooring Configuration 17
Figure 11. Monte Arucas vessel. Access gangways plan view. 18
Figure 12. Monte Arucas vessel. Access gangways elevation view. 18
Figure 13. LNG carrier 2,000m^3. LNG transference arms. 19
Figure 14. LNG carrier 2,000m^3. Fenders compatibility assessment. 20
Figure 15. LNG carrier 2,000m^3. Elevation and plan views mooring Configuration 21
Figure 16. LNG carrier 2,000m^3. Access gangways plan view. 22
Figure 17. LNG carrier 2,000m^3. Access gangways elevation view. 22
Figure 18. LNG carrier 4,000m^3. LNG transference arms. 23
Figure 19. LNG carrier 4,000m^3. Fenders compatibility assessment 24
Figure 20. LNG carrier 4,000m^3. Mooring Configuration 25
Figure 21. LNG carrier 4,000m^3. Access gangways plan view. 26
Figure 22. LNG carrier 4,000m^3. Access gangways elevation view. 26
Figure 23. Coral Anthelia LNG. LNG transference arms. 27
Figure 24. Coral Anthelia LNG. Fenders compatibility assessment. 28
Figure 25. Coral Anthelia LNG. Mooring Configuration. 28
Figure 26. Coral Anthelia LNG. Access gangway plan view. 29
Figure 27. Coral Anthelia LNG. Access gangway elevation view. 29
Figure 28. Coral Methane LNG. LNG transference arms. 30
Figure 29. Coral Methane LNG. Fenders compatibility assessment. 30
Figure 30. Coral Methane LNG. Mooring Configuration. 31
Figure 31. Coral Methane LNG. Access gangways plan view. 32
Figure 32. Coral Methane LNG. Access gangways elevation view. 32
Figure 33. NORGAS LNG. LNG transference arms. 33

Figure 34. NORGAS LNG. Fenders compatibility assessment....34
Figure 35. NORGAS LNG. Mooring Configuration. 35
Figure 36. NORGAS LNG. Access gangways plan view. 36
Figure 37. NORGAS LNG. Access gangways elevation view 36
Figure 38. LNG carrier 15,000m^3. LNG transference arms 37
Figure 39. LNG carrier 15,000m^3. Fenders compatibility assessment. 38
Figure 40. LNG carrier 15,000m^3. Mooring Configuration....39
Figure 41. LNG carrier 15,000m^3. Access gangway elevation view. 40
Figure 42. Coral Energy LNG. LNG transference arms 41
Figure 43. Coral Energy LNG. Fenders compatibility assessment. 42
Figure 44. Coral Energy LNG. Mooring Configuration. 43
Figure 45. Coral Energy LNG. Access gangways plan view. 44
Figure 46. Coral Energy LNG. Access gangways elevation view. 44
Figure 47. LNG Aman Bintulu. LNG transference arms 45
Figure 48. LNG Aman Bintulu. Fenders compatibility assessment. 46
Figure 49. LNG Aman Bintulu. Mooring Configuration. 47
Figure 50. LNG Aman Bintulu. Access gangway plan view. 48
Figure 51. LNG Aman Bintulu. Access gangway elevation view. 48
Figure 52. LNG WSD50 20,000m^3. LNG transference arms. 49
Figure 53. LNG WSD50 20,000m^3. Fenders compatibility assessment. 50
Figure 54. LNG WSD50 20,000m^3. Fenders compatibility assessment. 51
Figure 55. LNG WSD50 20,000m^3. Access gangway plan view. 52
Figure 56. LNG WSD50 20,000m^3. Access gangway elevation view. 52
Figure 57. Alternative mooring arrangement for LNG 2,000 m^3 and 4,000m^3 capacity vessels. 54
Figure 58. Mooring arrangement for Monte Arucas with the existing equipment. 54
Figure 59. Fenders at the LNG existing terminal. 56

TABLE OF TABLES

Table1. Design small scale LNG Fleet. 7
Table 2. Design fleet Geometrical compatibility results with existing equipment. 55
Table 3. Design fleet Geometrical compatibility results with the proposed actions. 57
Table 4. Total cost of the implementation of the equipment. 58

1.- INTRODUCTION AND SCOPE

SAGGAS LNG Regasification Terminal, in Sagunto's Port, is currently developing a set of feasibility studies aimed at assessing the feasibility to develop a new business based in the LNG bunkering and small scale LNG market field.

In this sense, two different options are being analyzed in order to find out the best alternative for the reception of the new potential target fleets: small LNG carriers (1,000-20,000m^3) and bunkering takers:

- Option 1. Use of existing LNG carriers reception facilities
- Option2. Construction/adaptation of new or available piers at the Port of Sagunto.

This report is part of the Option 1, presents the results of the Geometrical Compatibility Study developed in order to establish the adequacy of a new small LNG carrier fleet to undertake loading operations at the terminal's existing facilities.

Figure 1. Location of the terminal

The scope of works of the study includes the asses of the compatibility level between the new target fleet and the following operational elements:

- LNG Transfer arms
- Fender System
- Mooring System
- Gangways

2.- VESSEL DATA AND MARINE TERMINAL LAYOUT

2.1.- VESSEL CHARACTERISTICS

The analyzed fleet is composed of 9 small LNG carriers with capacities ranging from 2,000 to 20,000 m^3.

The following vessels have been considered as representative of the small scale LNG target fleet to be operating at the existing SAGGAS marine facilities.

Characteristics	Capacity [m^3]	Length Overall [m]	Length between perpendiculars [m]	Beam [m]	Moulded Depth [m]	Loaded draft [m]	Ballast draft [m]
TUGBOAT	-	35.80	27.95	11.50	7.50	5.50	5.50
MONTE ARUCAS	650.00	80.00	78.68	15.00	5.25	4.20	2.90
2,000m^3	2,160.00	70.00	66.90	14.80	8.10	4.06	3.08
4,000m^3	4,040.00	90.00	85.90	15.70	9.40	5.10	3.45
CORAL ANTHELIA	6,500.00	115.00	108.00	16.80	9.80	7.00	4.86
CORAL METHANE	7,387.00	137.80	110.20	18.60	10.60	7.15	5.56
NORGAS	9,830.50	137.10	129.74	19.82	11.50	6.70	4.70
15,000m3	15,000.00	125.00	117.00	22.50	15.00	6.40	5.40
CORAL ENERGY	15,577.00	155.00	146.00	22.70	14.95	8.19	5.50
AMAN BINTULU	18,645.00	130.00	124.00	25.70	16.60	7.00	6.11
WSD50 20K	20,000.00	147.25	138.70	25.30	17.60	7.80	6.05

Table1. Design small scale LNG Fleet.

2.2.- MARINE TERMINAL LAYOUT

The marine terminal berthing facility is composed of an offset working platform with a total length of 158.00 m where the LNG transference equipment is installed. The berthing system, access gangway and mooring hooks for spring lines are, as well, located at this structure, whereas the remaining mooring hooks for head/stern and breast lines are installed on the original pier at both sides of said platform.

The minimum depth at the berth is 14.0 m and the top height of the superstructures of the dock is +2.70 m.

Marine terminal layout is shown on the following figure:

Figure 2. Marine Terminal Layout

2.3.- LOADING ARMS

Regarding the geometrical compatibility between the marine terminal and the target vessel, it is essential to check the compatibility between the position of the vessel's flange and the loading arm's working envelope at different tidal levels and cargo conditions.

The compatibility of the LNG carriers and the existing loading arms at Saggas' terminal have been analyzed by two different methodologies: geometrically and by means of OPTIMOOR software.

The geometrical compatibility study analyzes that the vessel's connection flanges remain, for all tides and load conditions, within the transfer arm's working envelope. Allowance for arms compatibility is set on maximum heave and sway amplitudes of 2.0 m. **Hence, if the connection flange of a particular vessel is outside the arms' working envelope in any of the analyzed scenarios the ship is considered not to be compatible**.

2.4.- FENDERS SYSTEM

The berthing system compatibility evaluation requires verifying the suitability of the fender system, currently existing in the terminal, with the new vessel typology. Regarding this, the fenders position will be checked in order to guarantee sufficient contact between the vessels' parallel body and the fender panels.

Set out below is the information available on existing fenders:

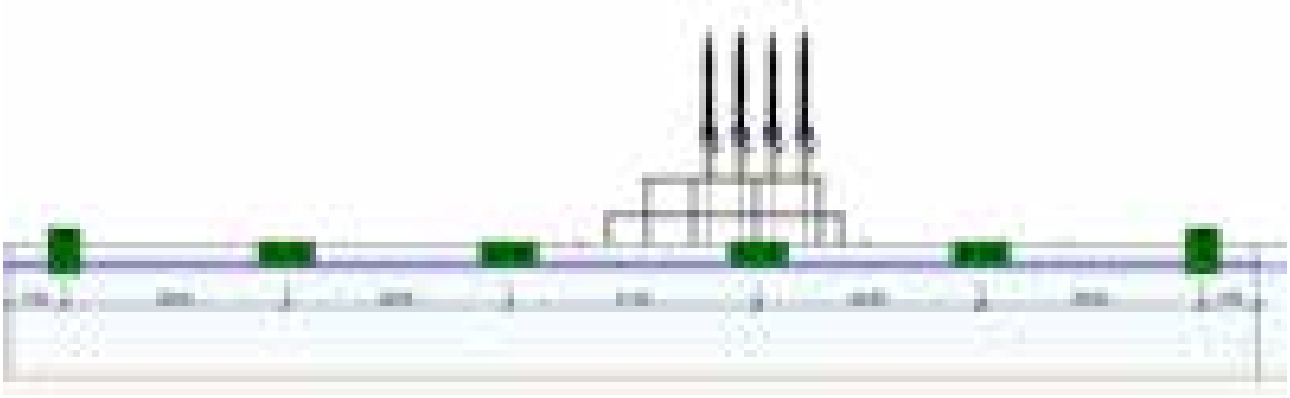


Figure 3. Fender system layout. Elevation view

There are two types of fenders in the berth: Inner and outer fenders. Fenders groups are composed of double rubber units. The inner fender type SC 1450H grade A (55% deflection), has a reaction force of 169.1 T/unit of fender and an energy absorption of 106.7 T·m/unit of fender. On the other hand, extreme fender type SC 1450H grade B (52.5% deflection), has a reaction force of 144.1 T/unit of fender and an energy absorption of 90.2 T·m/unit of fender.

Inner fenders are equipped with 7.00 x 3.00 m panels whereas outer ones are 4.07 x 5.59 m.

The following figure shows the position of fenders:

Figure 4. Inner fender position

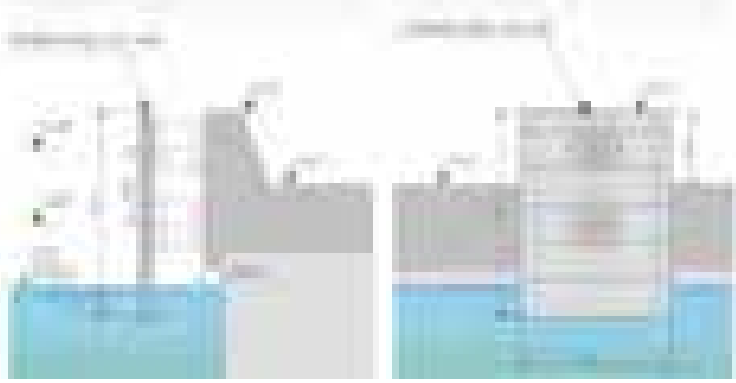


Figure 5. Outer fender position

The compatibility between LNG fleet and fender system has been analyzed under the most unfavorable conditions, that is, ballast - highest water level and load- lowest water level combinations. Each particular vessel is considered to compatible if contact between, at least, one fender fore and one fender aft is guaranteed with hull's flat body.

2.5.- MOORING LINE SYSTEM

The mooring system analysis consists in studying the mooring arrangement using plan a front views of the vessel moored to the existing mooring hooks. Starboard side mooring has been considered regarding safety aspects.

The existing mooring system of the marine terminal in Sagunto consists of 10 triple quick release hooks where 6 of them (3 each side of the working platform) are used for head/stern and breast lines and the remaining four, located two fore and two aft at the working platform are intended for spring lines mooring.

The mooring layout is established, as possible, according to the OCIMF "*Mooring Equipment Guidelines*" published in 2008, where the following recommendations for mooring LNG carriers are described:

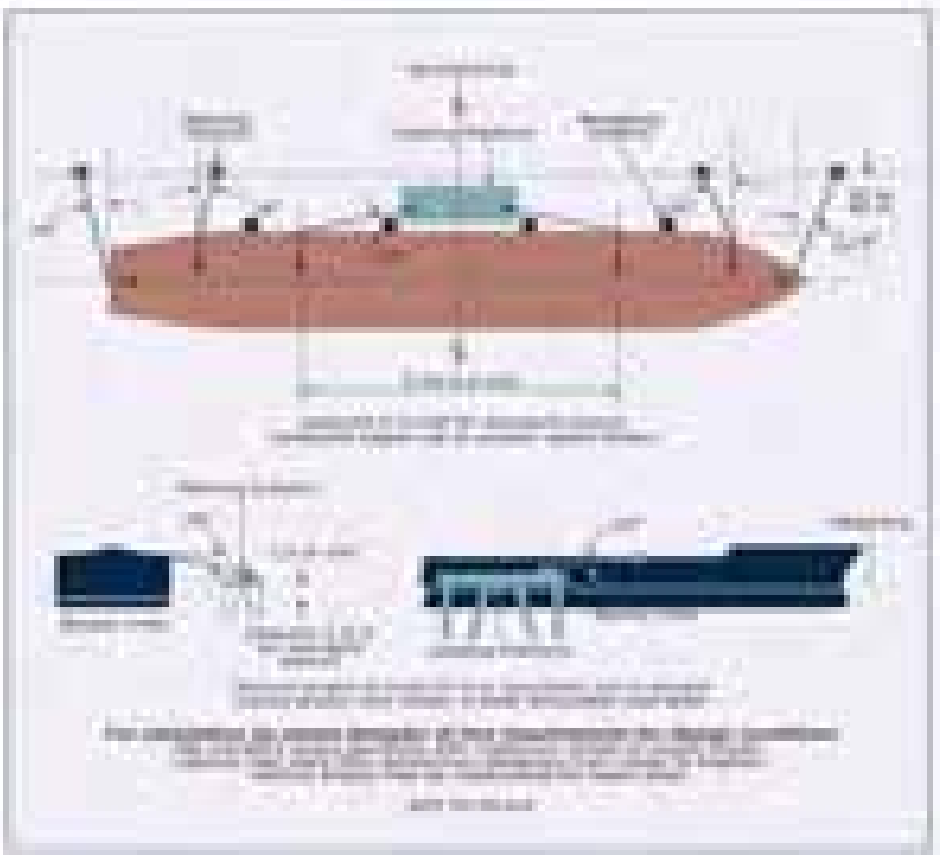


Figure 1. Ideal Mooring Pattern. Source: OCIMF

- Breast lines shall be moored in the most perpendicular way possible regarding the berthing front.
- Spring lines shall be placed the most parallel possible to the berth.
- When possible, vertical angles shall not be greater than 25 º.
- Mooring arrangement shall be as symmetrical as possible regarding the vessel's manifold.

The vessels have been moored as symmetrical as possible by means of breast lines to restrict the transversal movements, spring lines to restrain longitudinal excursions and head/stern lines for both transversal and longitudinal movements.

In order to moor the ships regarding the existing mooring system at the terminal, some ships have been moored without taking into account the current direction of the quick release hooks located on the platform. For all scenarios the most favorable direction on each case has been considered.

2.6.- ACCESS GANGWAY

The berth is equipped with two electro hydraulic access gangways located both sides of the LNG transference arms building, on top of the working platform.

The compatibility related to the access gangway has been studied in order to check whether the small LNG vessels main deck is within the gangway operational working envelope in elevation view. This has been graphically made assuming a maximum height of 19.5 m and minimum height of 7m. The distance between gangway and vapour return arm is 40 m fore and 45 m aft. Each of the gangways can turn on itself 180º and is separated 8 m from the pier's edge. Access gangway compatibility has been checked also in plan view.

A certain LNG vessel

2.7.- DEPTH AT THE BERTH

As the new target fleet of small LNG carrier is characterized by lower drafts than the original design fleet the geometrical compatibility in terms of static draft is guaranteed.

However, the dynamic moored vessel study will be carried out in order to check that no bottom touching takes place because of excessive heave amplitudes.

3.- COMPATIBILITY ASSESSMENT

Coming up next an individual compatibility study for each vessel is performed. For each one, necessary geometric checks are shown in order to establish the compatibility of each vessel with the terminal at Sagunto, through the following elements:

- LNG Transference arms
- Fenders System
- Mooring Equipment
- Access gangways

Concerning the tugboat, which is the first ship studied, only the fender and mooring system is developed because of its specific characteristics.

3.1.- Tugboat

3.1.1 *Geometrical Compatibility with Fenders*

As it is shown in the following figure, one fender from the jetty is in contact with the tugboat's hull which in this particular case, can be considered as compatible. The reason for this is because tugboats have their own fender system in the entire perimeter and also because of their dimensions and approaching velocities the reaction they provoke is much lower than for the rest of the fleet of study.

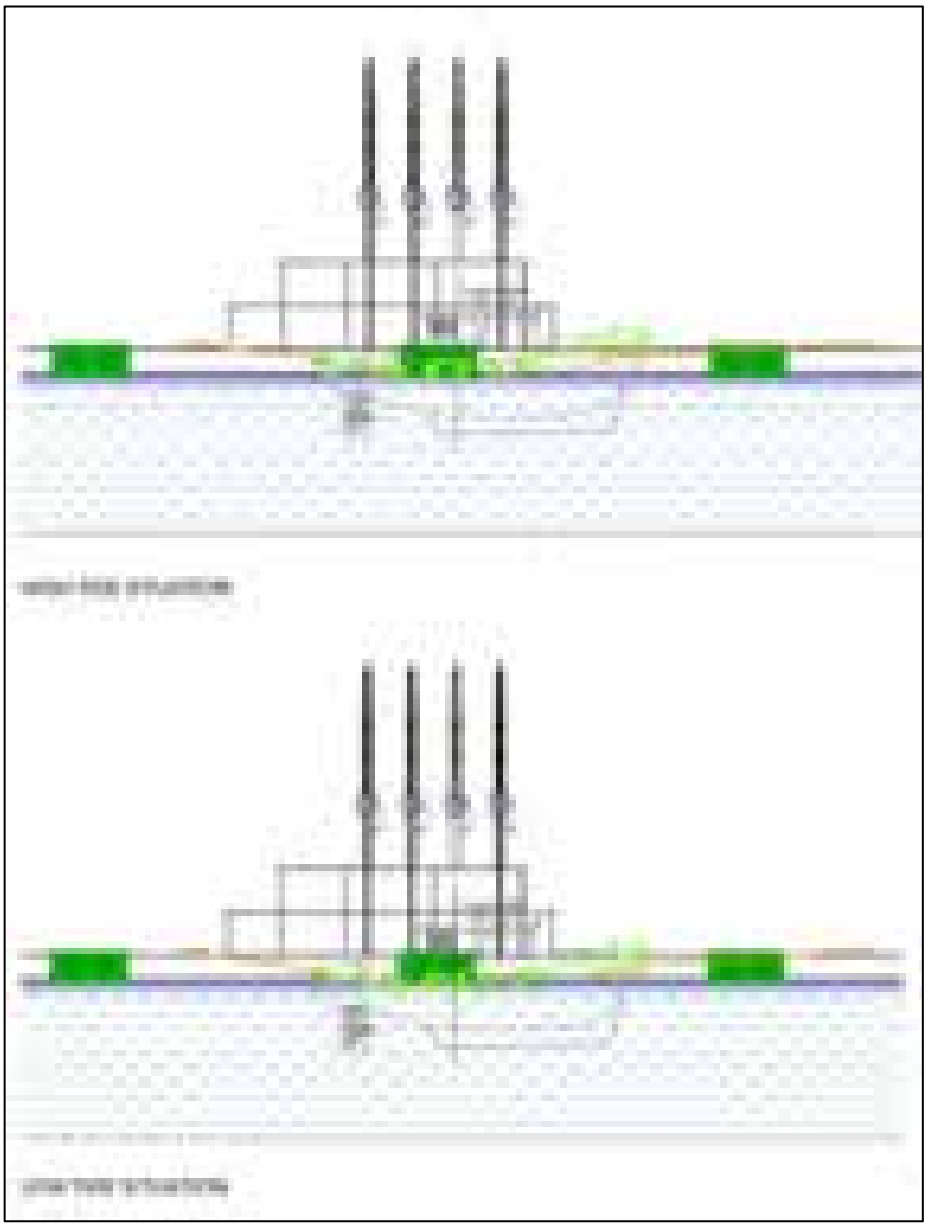


Figure 6. Tugboat fenders compatibility assessment.

3.1.2 Geometrical Compatibility with Mooring System

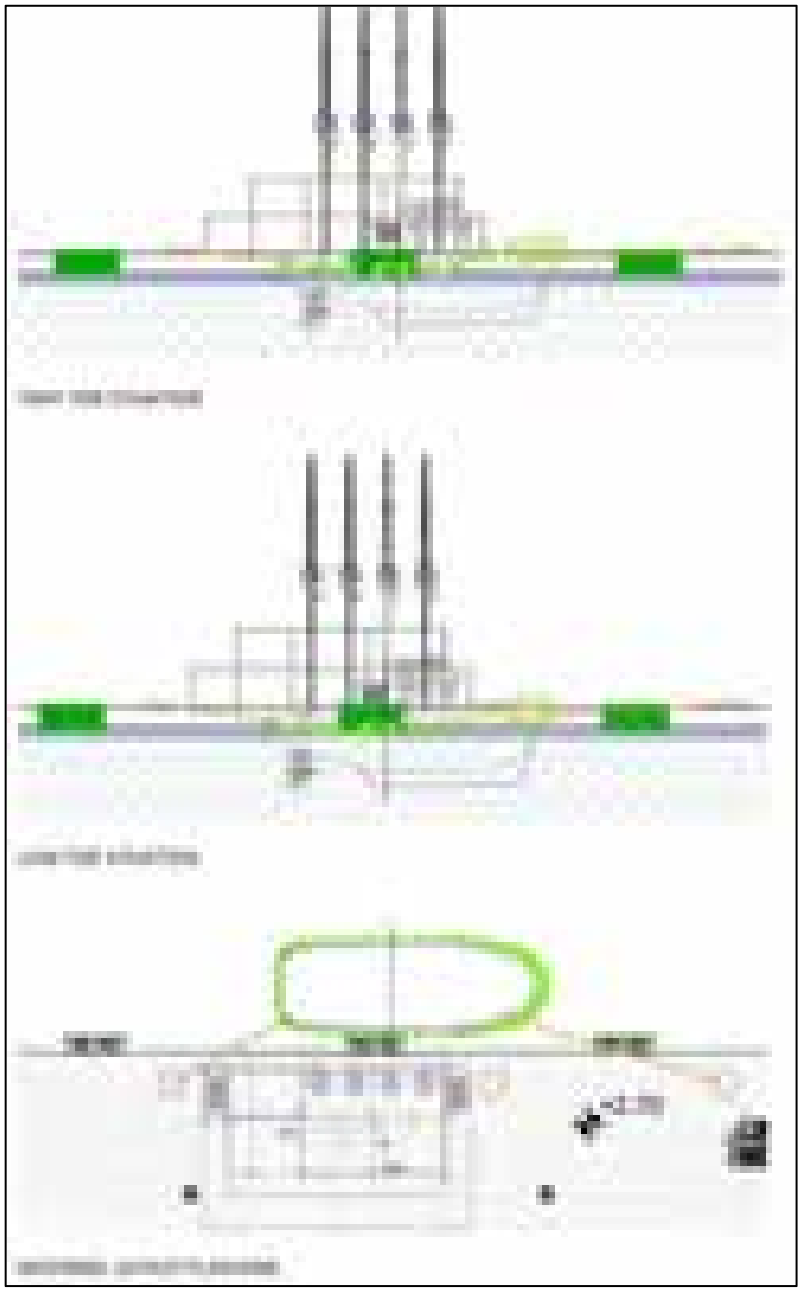


Figure 7. Tugboat elevation and plan views mooring Configuration

The mooring configuration for this vessel as it is shown in the above figure is enough with two lines, one bow and the other stern. The problem is that for both quick release hooks, the orientation is outwards because they were designed for spring lines not for head/stern lines as in this case. Therefore a reorientation of the quick release hooks or an extension of their range of work is needed.

3.2.- Monte Arucas

3.2.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms

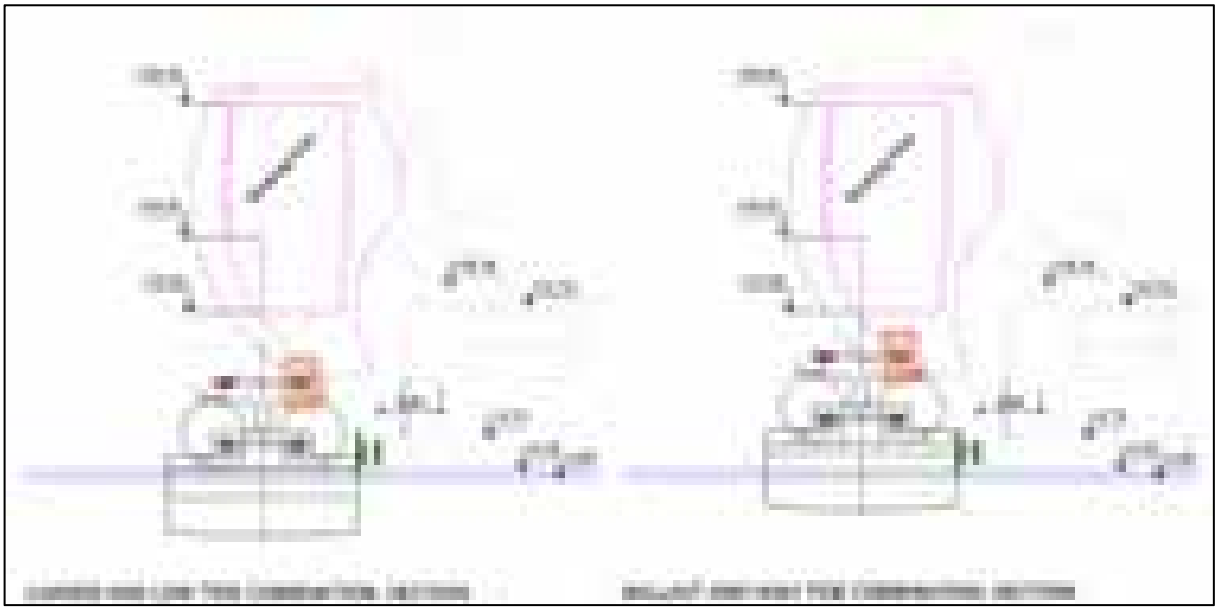


Figure 8. Monte Arucas. LNG transference arms.

As shown in the figure, the ship's manifold flange and the rectangle of its possible displacements are not completely inside the working envelope of the transfer arms for loaded and lowest tide combination. Therefore, Monte Arucas carrier is considered **not compatible** with the existing transference arms at Sagunto terminal.

3.2.2 Geometrical Compatibility with Fenders

As it is shown the following figure, sufficient contact with the parallel body and the fenders is achieved in ballast and high tide combination. For the loaded and low tide situation there is lack of contact between fenders and the parallel body. Therefore the Monte Arucas vessel is **not compatible**. Different measures should be considered in order to make this vessel compatible.

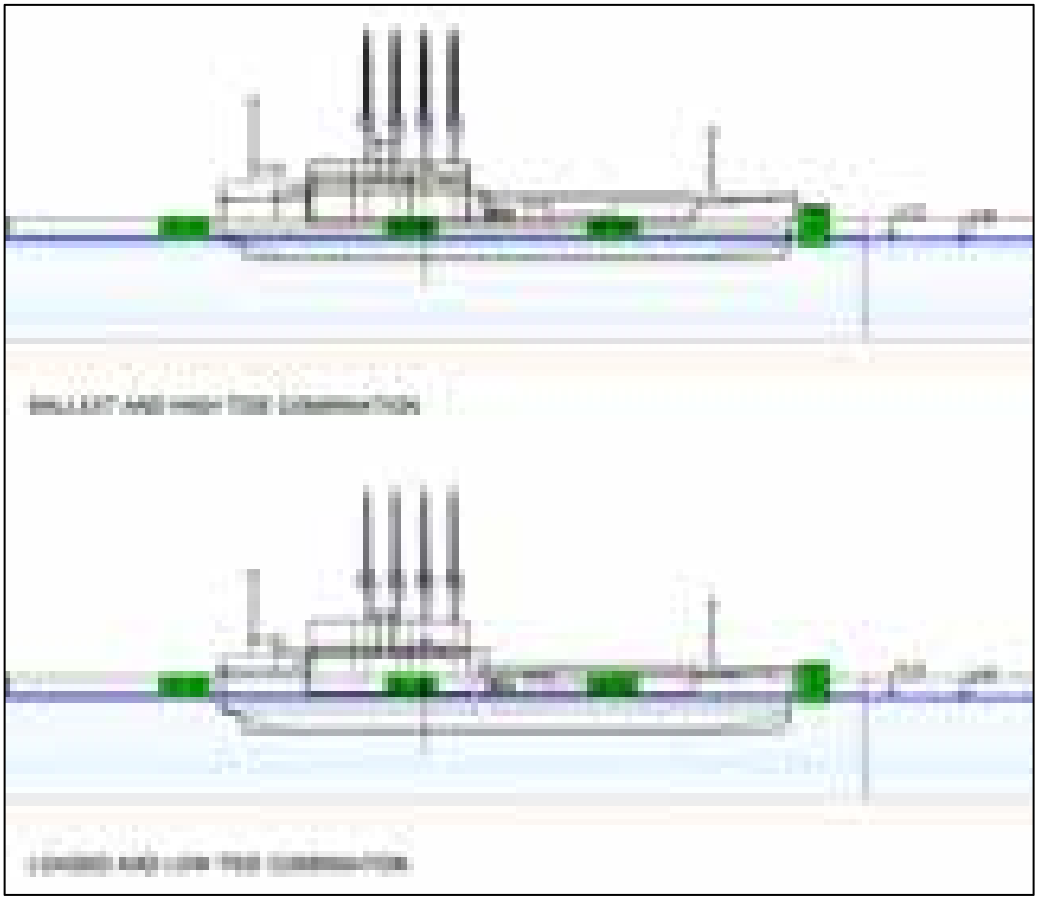


Figure 9. Monte Arucas. Fenders compatibility assessment.

3.2.3 Geometrical Compatibility with Mooring System

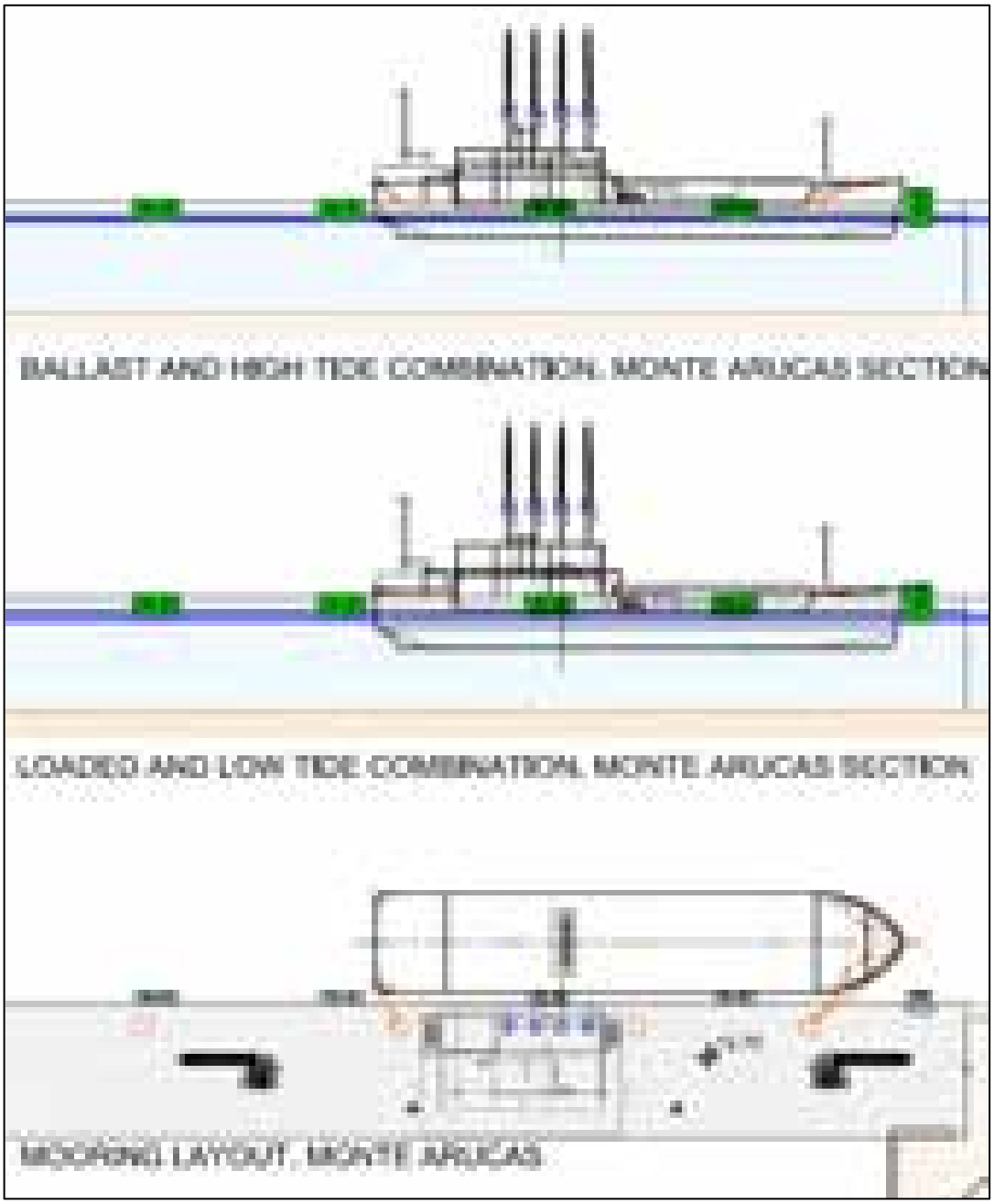


Figure 10. Monte Arucas. Elevation and plan views mooring Configuration

The mooring configuration for this vessel as it is shown in the above figure lacks of symmetry between their lines. In addition to this, it should be noted that stern line is moored to a QRH initially designed for spring lines; therefore the orientation of said unit would not allow the proposed mooring arrangement without carrying out a re-orientation of hooks.

3.2.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways

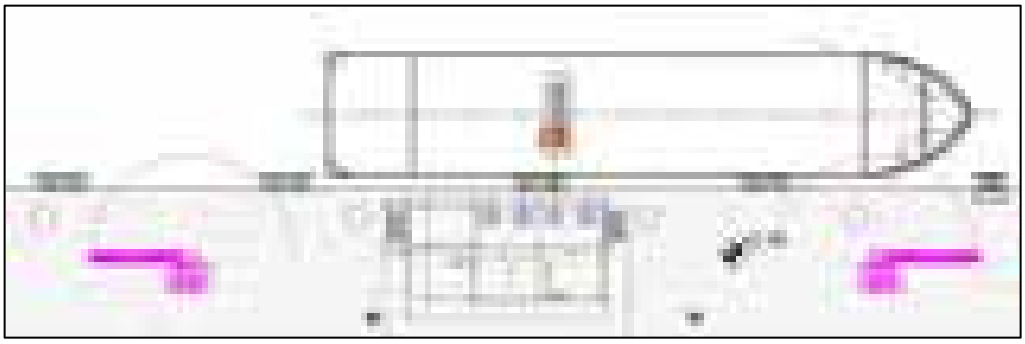


Figure 11. Monte Arucas vessel. Access gangways plan view.

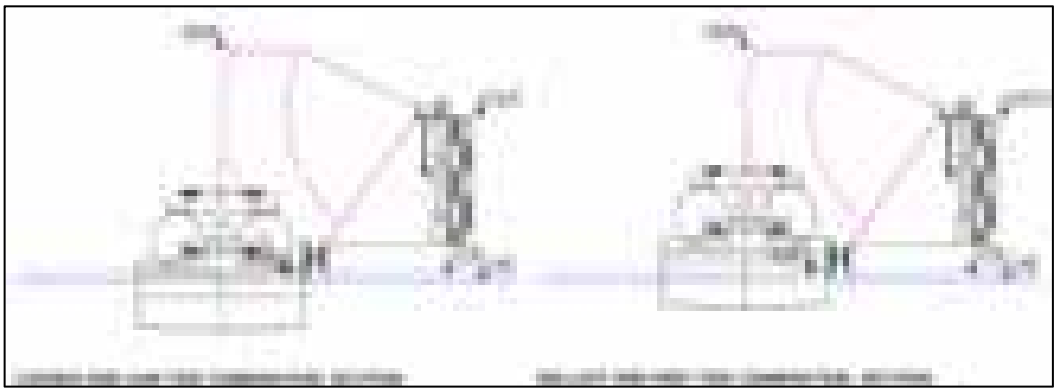


Figure 12. Monte Arucas vessel. Access gangways elevation view.

As shown in figure 9, the main deck of the vessel is outside of the working envelope of the stern gangway. Regarding the head gangway, a little part of the main deck could be covered but it is not confirmed if there is enough space to deploy the gangway in this part of the main deck of the ship. Therefore, Monte Arucas carrier is **not likely to be compatible** with existing access gangways in Sagunto Terminal. The compatibility with its own stern gangway should be confirmed.

3.3.- 2,000 m^3 LNG carrier

3.3.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms

Figure 13. LNG carrier 2,000m^3. LNG transference arms.

As shown in the figure, the ship's manifold flange is out of the working envelope in loaded state and lowest tide combination. Therefore, 2,000 m^3 LNG carrier is considered **not compatible** with the existing transference arms at Sagunto terminal.

3.3.2 Geometrical Compatibility with Fenders

As shown in the figure below, contact between fenders and hull's parallel body is only achieved with one fender. Therefore, 2,000m^3 LNG carrier is considered to be **not compatible**.

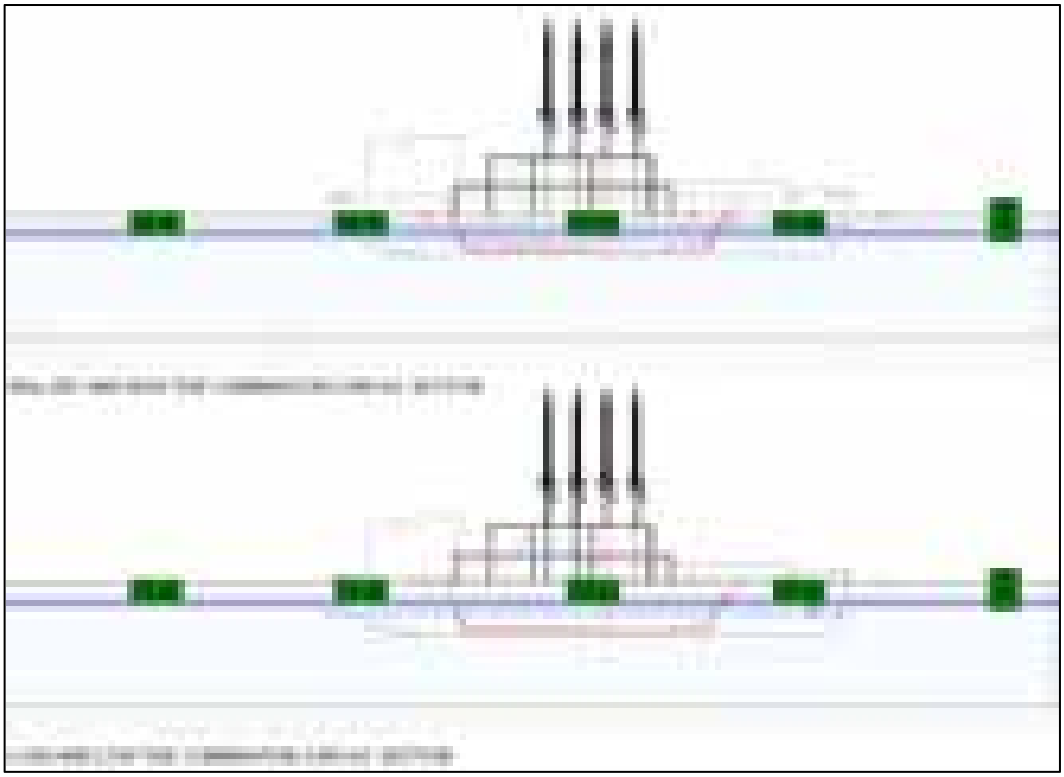


Figure 14. LNG carrier 2,000m^3. Fenders compatibility assessment.

3.3.3 Geometrical Compatibility with Mooring System

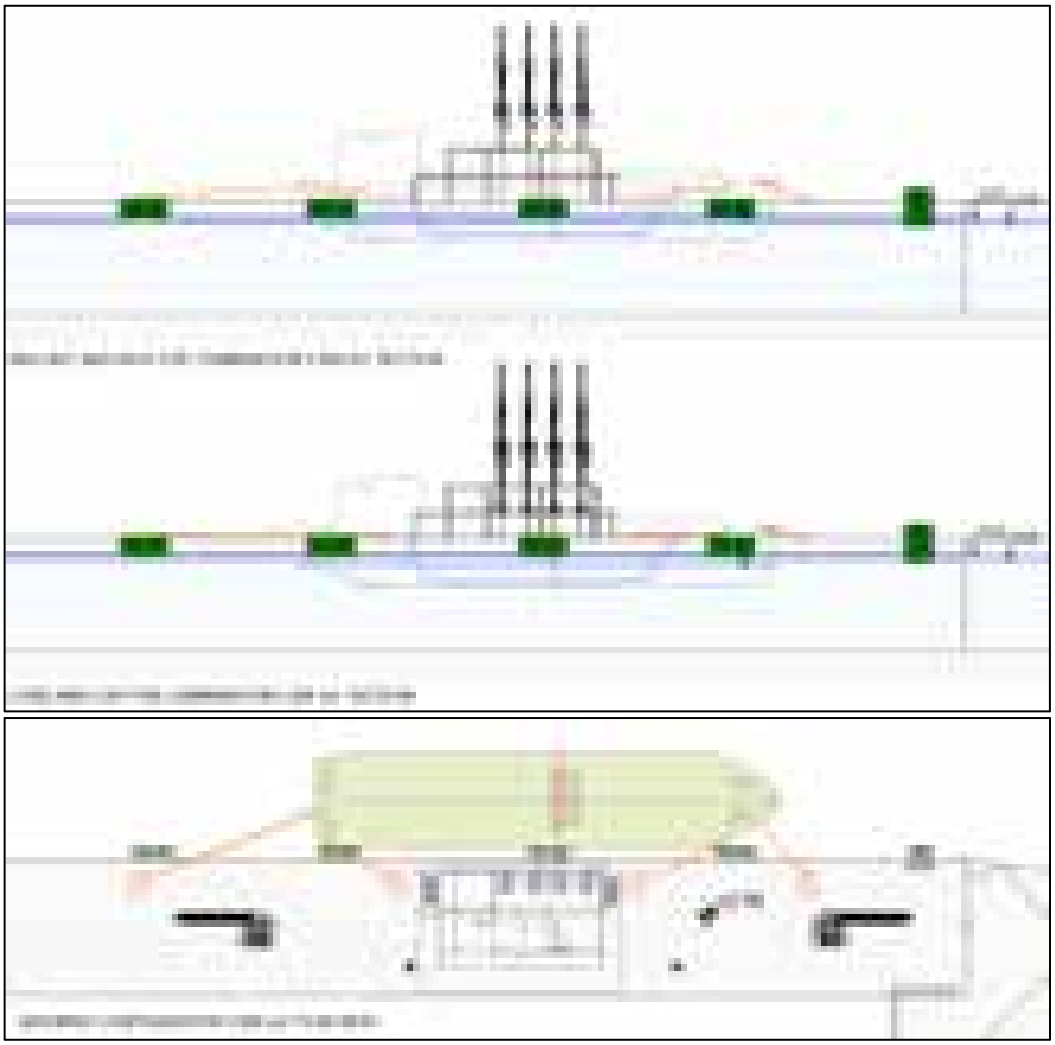


Figure 15. LNG carrier 2,000m^3. Elevation and plan views mooring Configuration

The only possible mooring configuration for this vessel consists of a mooring typology based on 4 mooring lines: head and stern lines and two spring lines in order to be performed as symmetrical as possible. However it should be noted that head and stern lines are moored to a set of QRHs initially designed for spring lines, therefore the orientation of said units would not allow the proposed mooring arrangement without carrying out either a re-orientation of hooks or the installation of new mooring devices.

3.3.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways

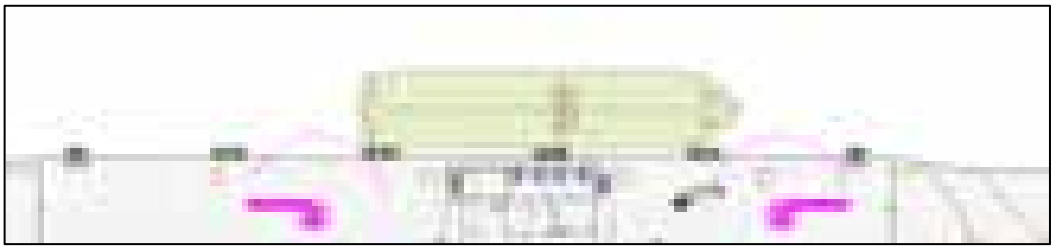


Figure 16. LNG carrier 2,000m^3. Access gangways plan view.

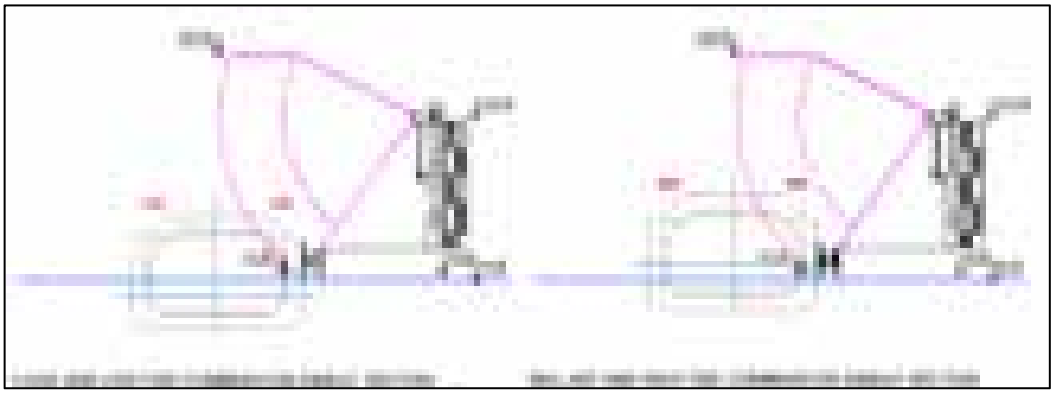


Figure 17. LNG carrier 2,000m^3. Access gangways elevation view.

As shown in the figure, the main deck of the vessel is outside of the working envelope in plan view. Therefore, 2,000 m^3 LNG carrier is **not compatible** with existing access gangways in Sagunto Terminal.

3.4.- 4,000 m^3 LNG carrier

3.4.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms

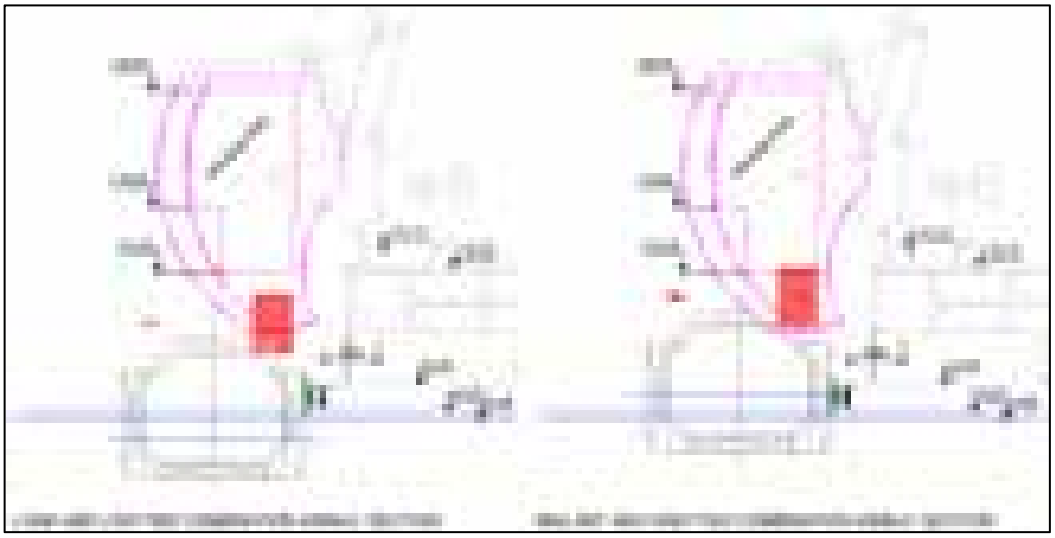


Figure 18. LNG carrier 4,000m^3. LNG transference arms.

As shown in the figure, although the ship's manifold flange is not out of the working envelope in loaded state and lowest water level combination, its tight arrangement would not allow for any heave motion due to metocean actions. Therefore, 4,000 m^3 LNG carrier should be considered **not compatible** with the existing transference arms at Sagunto terminal. However, dynamic moored vessel results will determine, if any, the operational threshold that would prevent the ship from any heave motion amplitude.

3.4.2 Geometrical Compatibility with Fenders

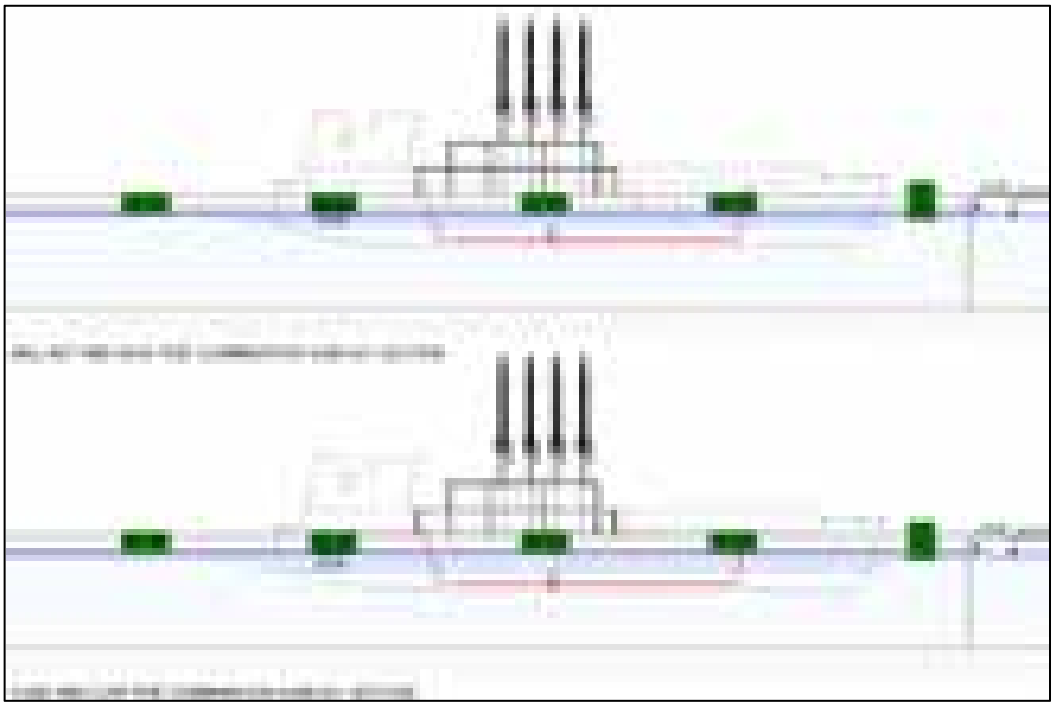


Figure 19. LNG carrier 4,000m^3. Fenders compatibility assessment.

As shown on the picture above contact between parallel body and two fenders is achieved. However, the fore fender is almost located at manifold point, whereas the aft one is 30% on the curved part of the body. Hence, although in principle, it could be considered as compatible, only a dynamic moored vessel analysis would determine the feasibility of the operation of the LNG 4,000 m^3 at Sagunto terminal in safety conditions.

3.4.3 Geometrical Compatibility with Mooring System

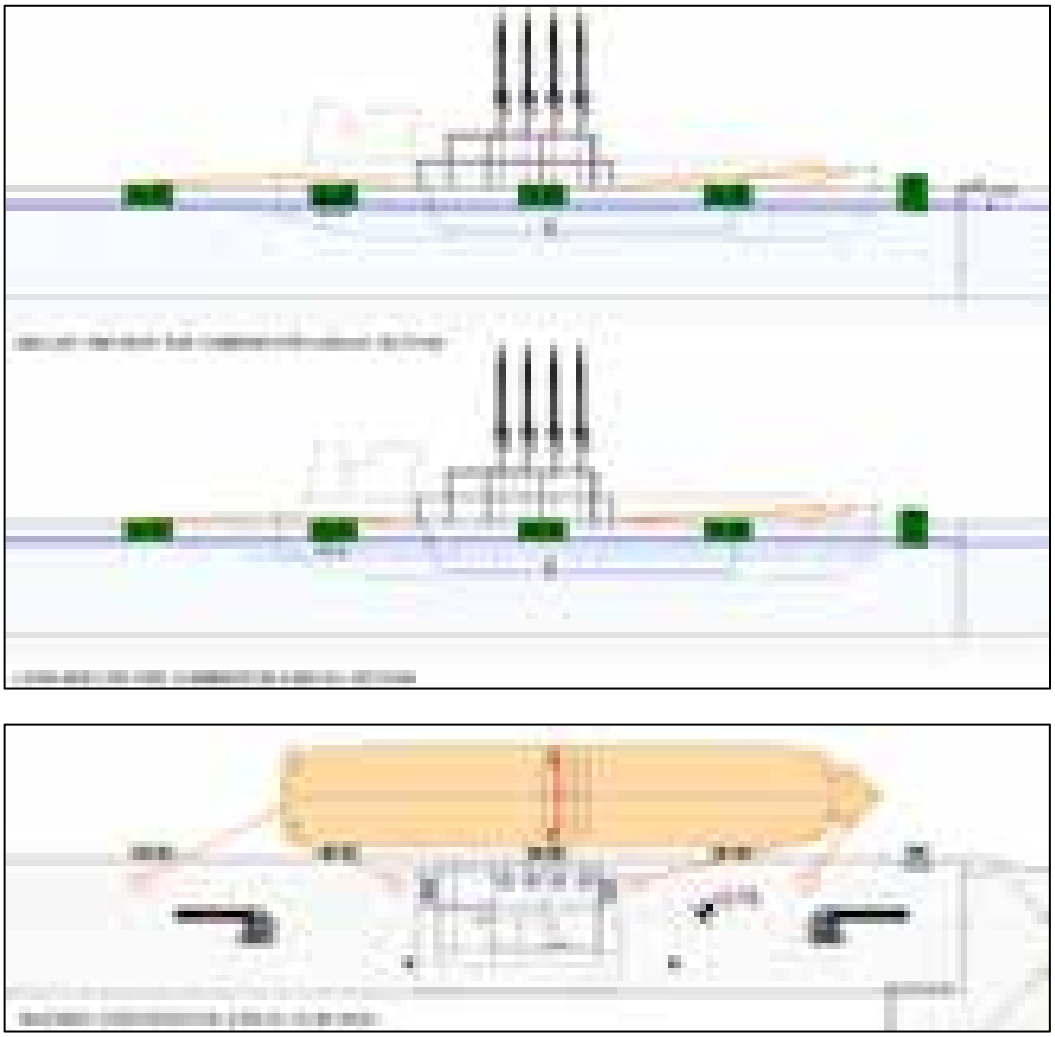


Figure 20. LNG carrier 4,000m³. Mooring Configuration

The only possible mooring configuration for this vessel consists of a mooring arrangement based on 4 lines: head and stern lines and two spring lines in order to be performed as symmetrical as possible. However it should be noted that head and stern lines are moored to a set of QRHs initially designed for spring lines, therefore the orientation of said units would not allow the proposed mooring arrangement without carrying out either a re-orientation of hooks or the installation of new mooring devices.

3.4.4 Geometrical Compatibility with Gangways

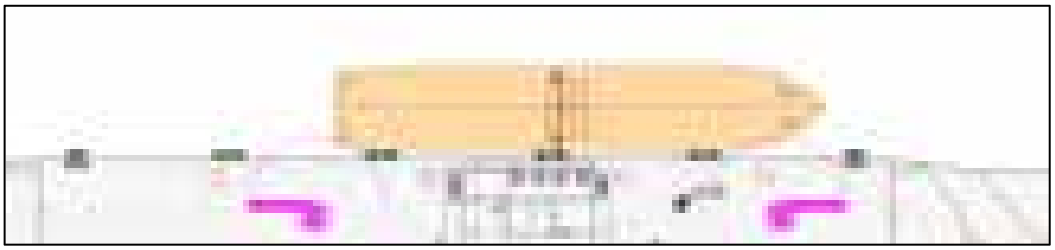


Figure 21. LNG carrier 4,000m^3. Access gangways plan view.

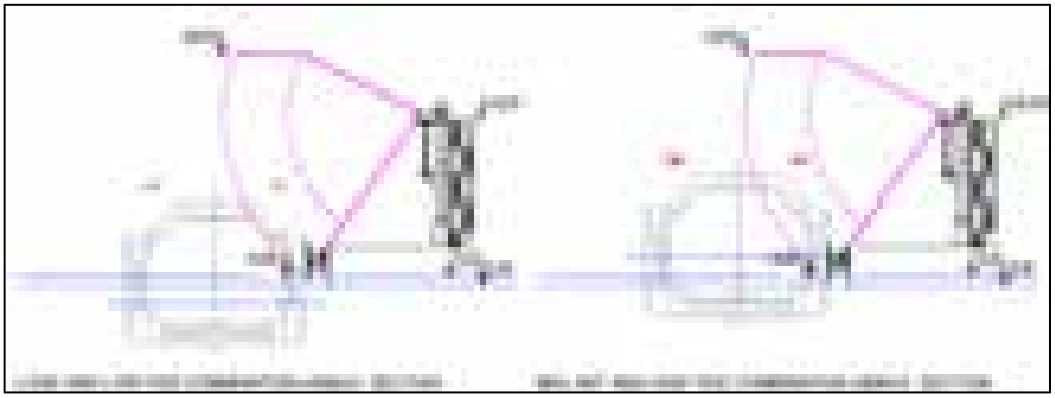


Figure 22. LNG carrier 4,000m^3. Access gangways elevation view.

As shown in the figure, the main deck of the vessel is outside of the working envelope in plan view. Therefore, LNG carrier 4,000 m^3 LNG carrier is considered **not compatible** with existing access gangways in Sagunto Terminal.

3.5.- Coral Anthelia LNG carrier

3.5.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms

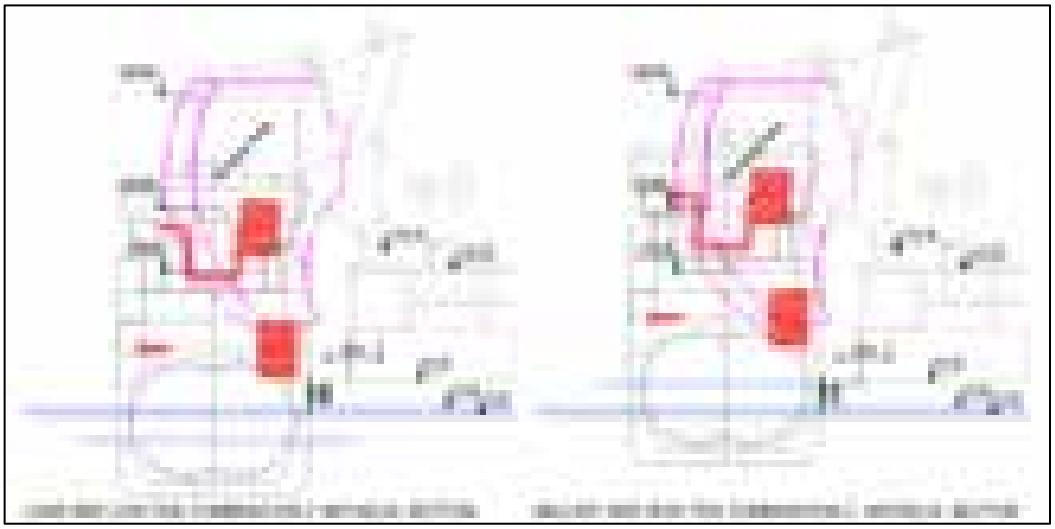


Figure 23. Coral Anthelia LNG. LNG transference arms.

As happened with the previous LNG carrier, the provision of a double level flange makes the Coral Anthelia LNG carrier **fully compatible** with the existing LNG transference system.

3.5.2 Geometrical Compatibility with Fenders

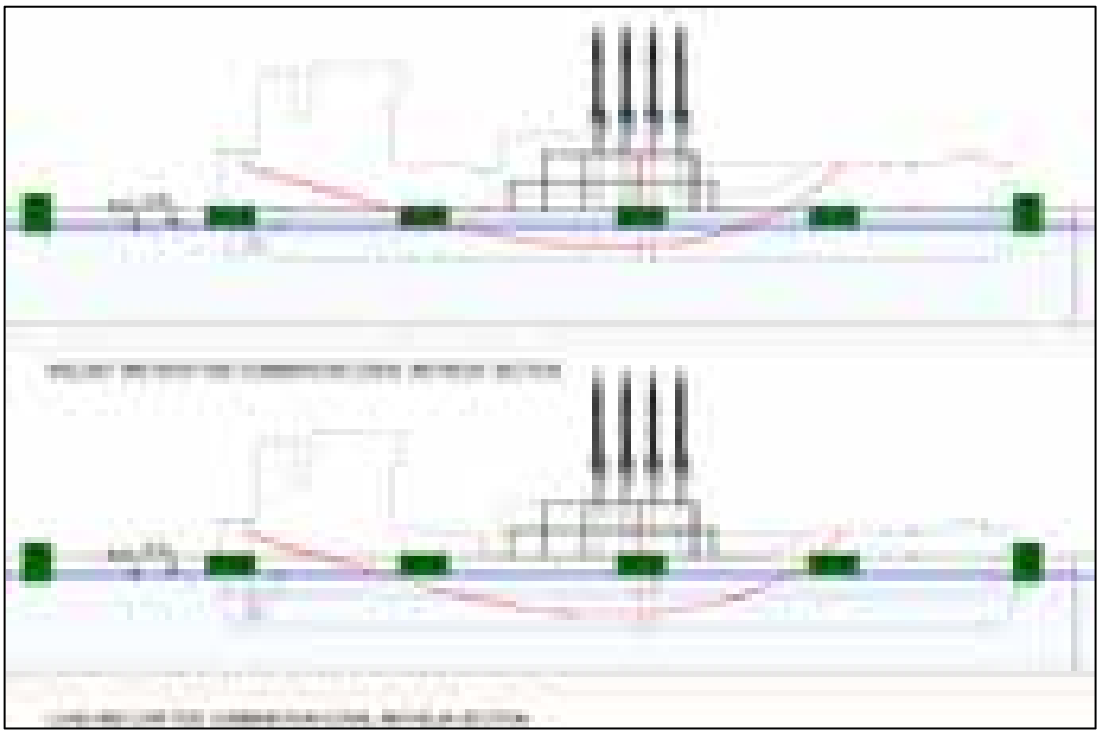


Figure 24. Coral Anthelia LNG. Fenders compatibility assessment.

Contact fender with the parallel body is considered to be safe enough as at least two fenders are over 50% contact with the parallel body in all possible vertical positions. Therefore, Coral Anthelia LNG is considered to be **compatible** with the terminal.

3.5.3 Geometrical Compatibility with Mooring System

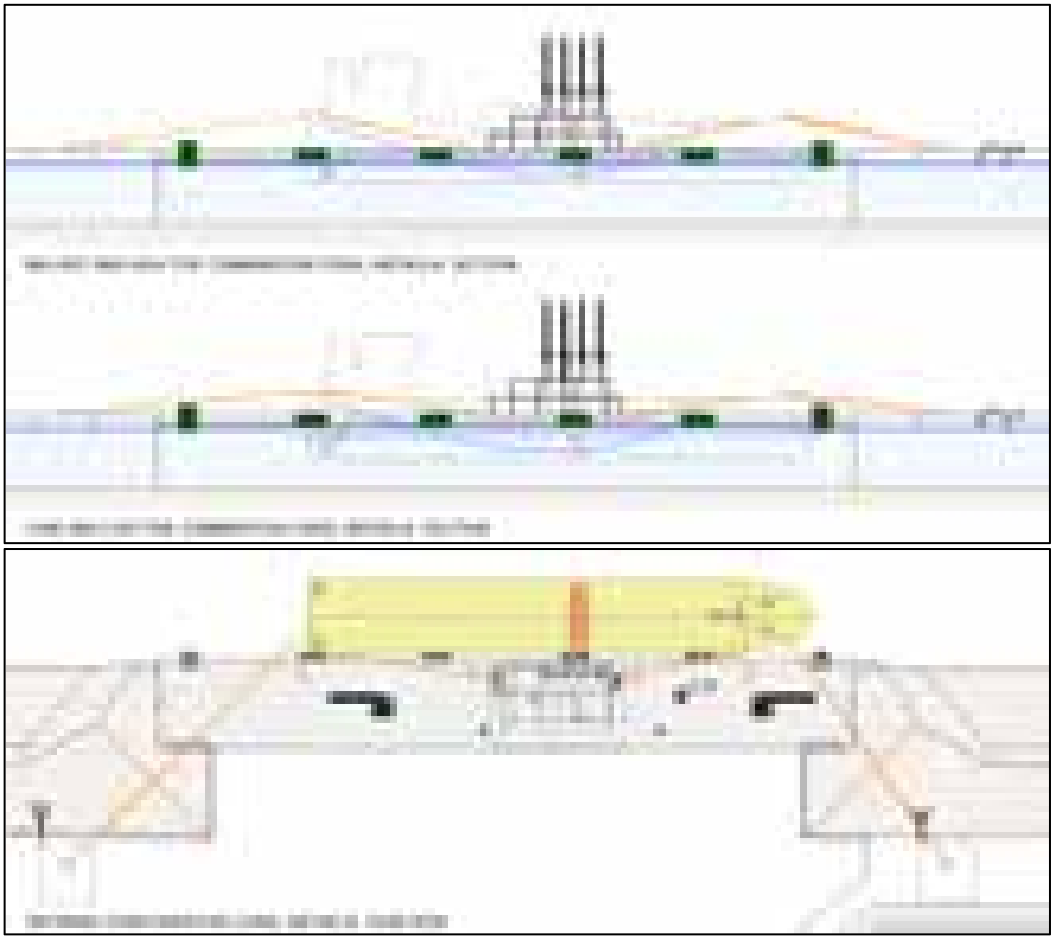


Figure 25. Coral Anthelia LNG. Mooring Configuration.

Mooring configuration is symmetrical. It consists of two pairs of spring lines, and two head lines and two stern lines.

3.5.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways

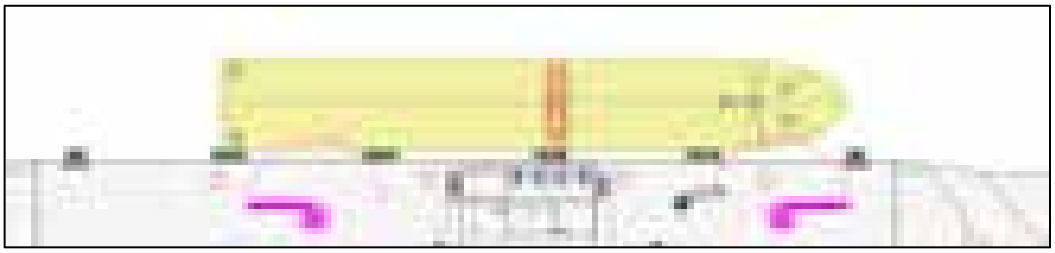


Figure 26. Coral Anthelia LNG. Access gangway plan view.

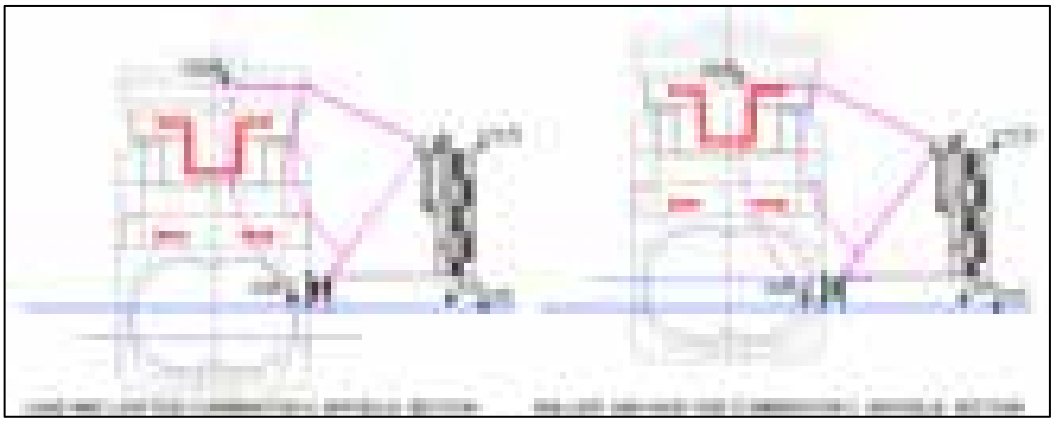


Figure 27. Coral Anthelia LNG. Access gangway elevation view.

The aft gangways is expected to be **compatible** with Coral Anthelia as its main deck remains within its main deck along the whole vertical range of positions. The compatibility of the vessel with the fore gangway is doubtful as it seems to interfere with the mooring deck.

3.6.- Coral Methane LNG carrier

3.6.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms

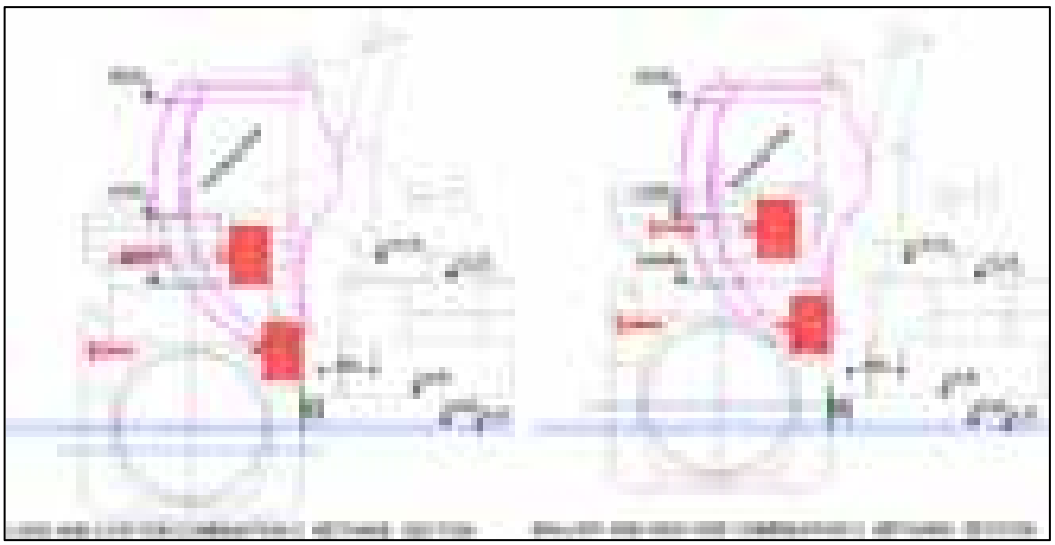


Figure 28. Coral Methane LNG. LNG transference arms.

In this case the upper set of connecting flanges enables the **full compatibility** with the existing unloading arms' working envelope at the terminal.

3.6.2 Geometrical Compatibility with Fenders

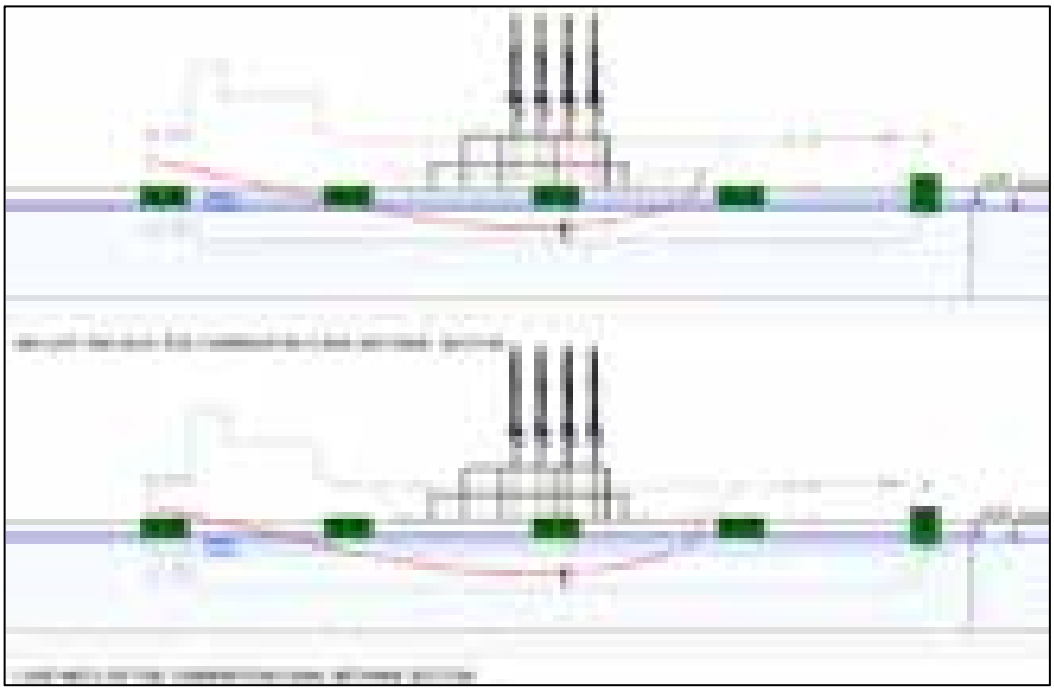


Figure 29. Coral Methane LNG. Fenders compatibility assessment.

The fenders contact between the parallel body and the fender system is achieved by means of one panel in at the manifold point and an additional one at the aft half of the hull; however no contact is achieved in the fore area. This asymmetry in the fender system may cause a potential lack of stability the vessel's behaviour when moored, which shall be particularly studied by means of a dynamic analysis. Nevertheless, in terms of pure geometrical analysis, Coral Methane LNG can be considered as **compatible** with the existing fender system.

3.6.3 Geometrical Compatibility with Mooring System

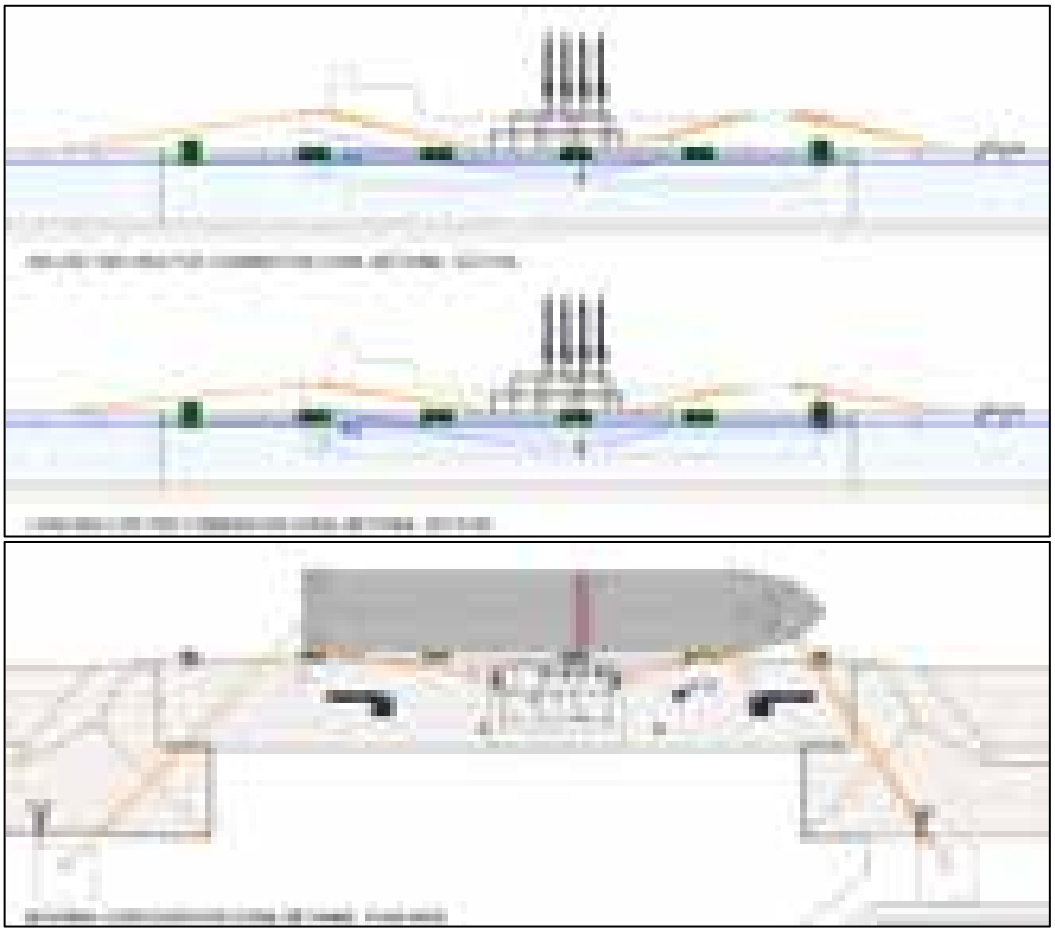


Figure 30. Coral Methane LNG. Mooring Configuration.

Mooring layout has been configures as symmetrical as possible by means of two pairs of springs lines, and one pair of head and stern lines.

3.6.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways

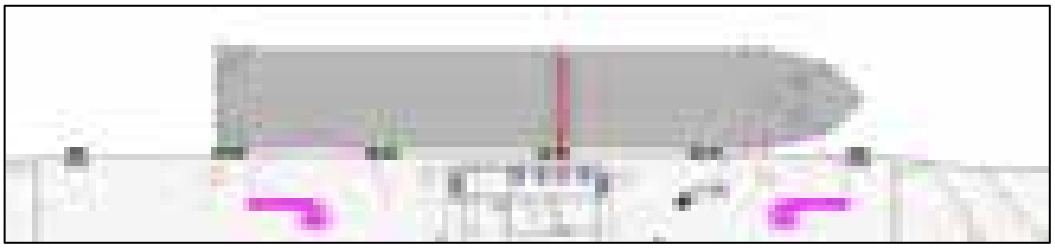


Figure 31. Coral Methane LNG. Access gangways plan view.

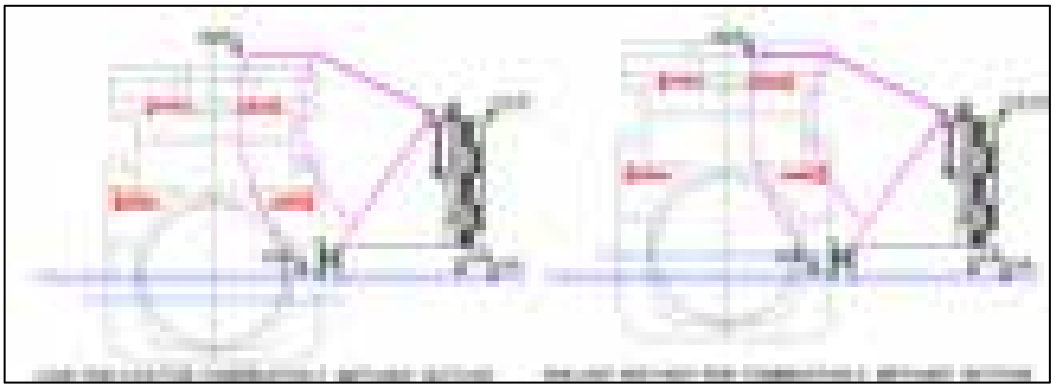


Figure 32. Coral Methane LNG. Access gangways elevation view.

As shown in the figure, the main deck of the ship is within the working envelope in both load and ballast conditions along the whole tidal range. However, only the aft gangway seems to be compatible with the available space at deck. Anyway the ship-shore access is guaranteed for the LNG vessel, hence, Coral Methane LNG carrier is considered **compatible** in this sense.

3.7.- Norgas LNG carrier

3.7.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms

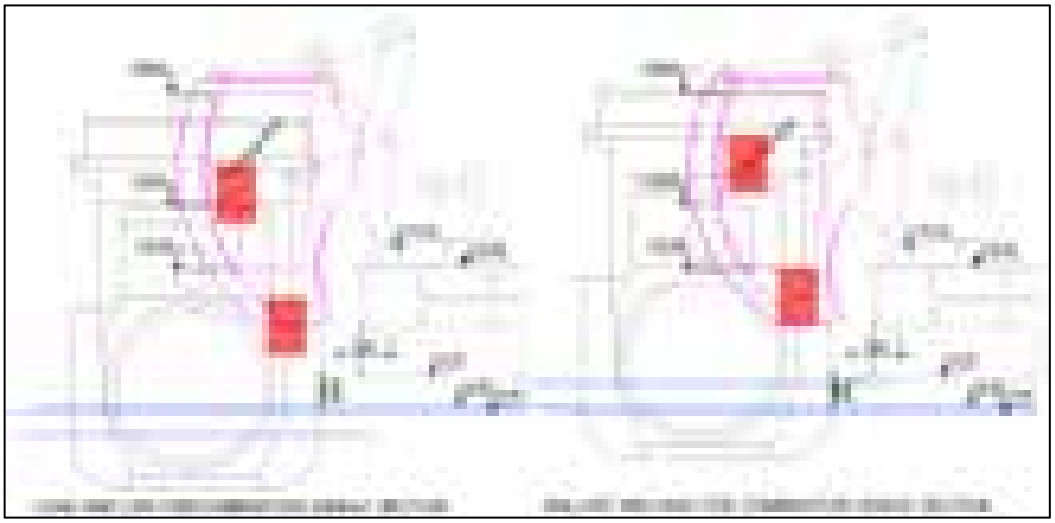


Figure 33. NORGAS LNG. LNG transference arms.

Norgas LNG vessel has been provided with the particularity of two LNG connection flanges located at different levels. Hence, it is the upper flange the one that allows the **full compatibility** with the existing LNG transference system.

3.7.2 Geometrical Compatibility with Fenders

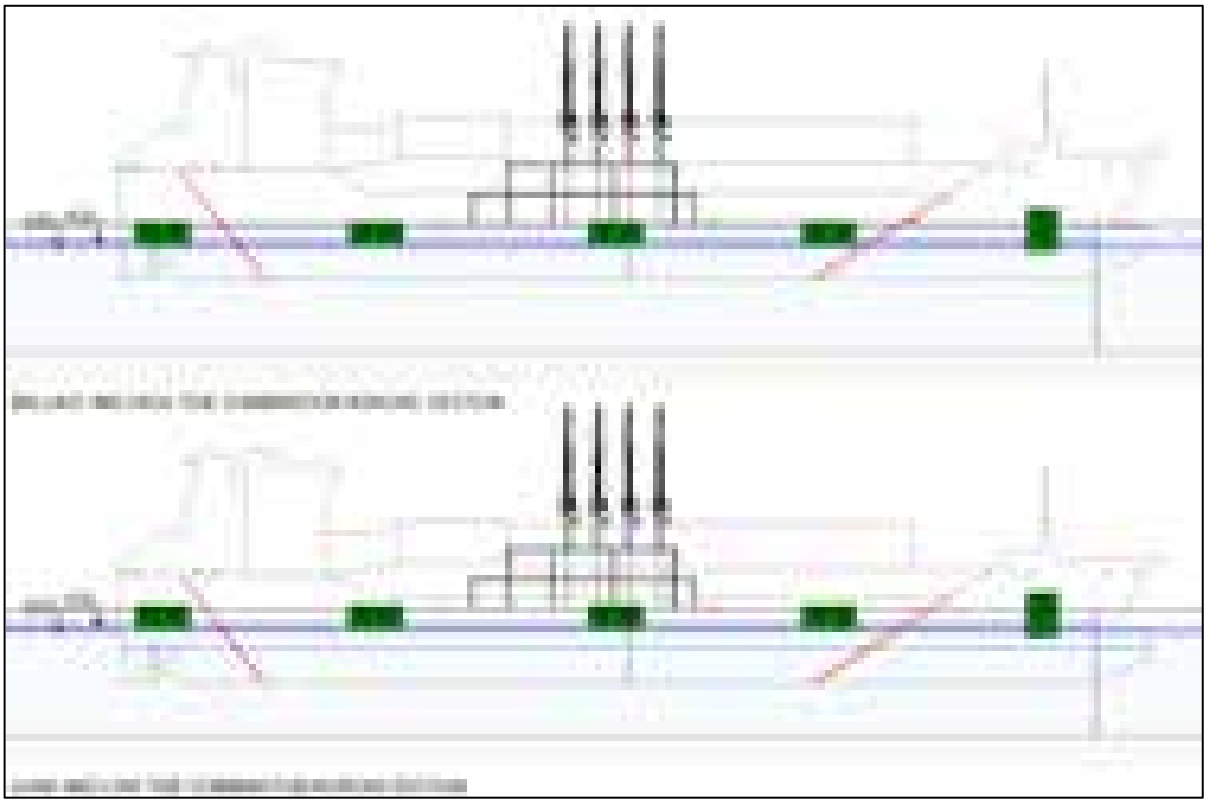


Figure 34. NORGAS LNG. Fenders compatibility assessment.

Norgas vessel **is compatible** in terms of contact between the fenders and parallel body with the existing terminal at Sagunto, achieving three whole panels within the flat area.

3.7.3 Geometrical Compatibility with Mooring System

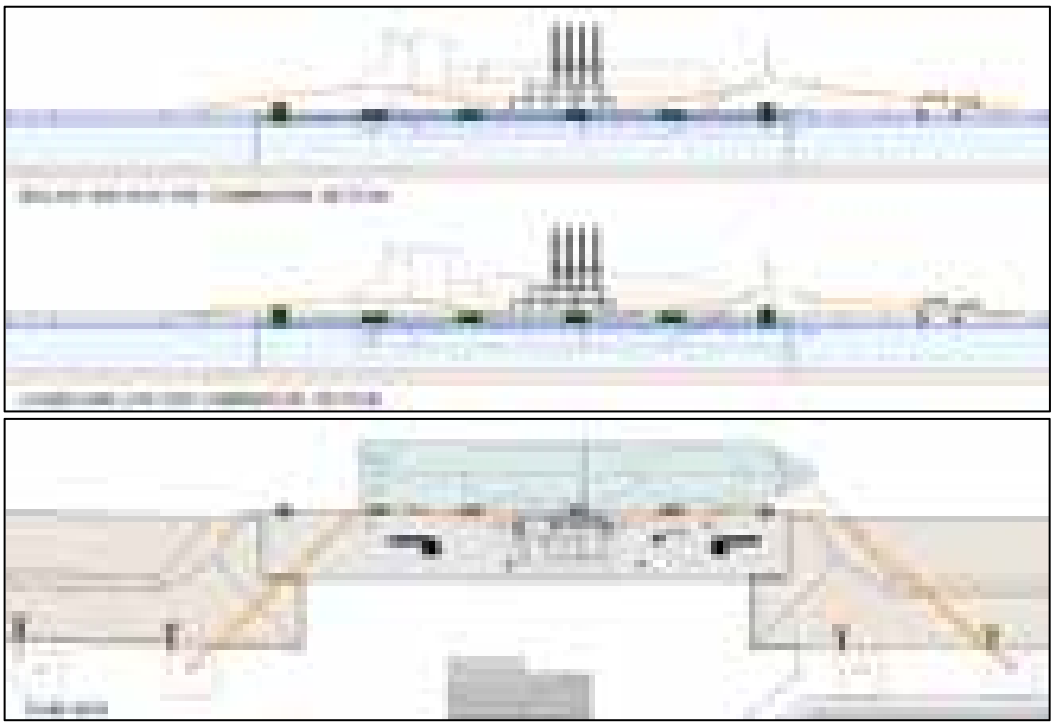


Figure 35. NORGAS LNG. Mooring Configuration.

Mooring configuration has been arranged as symmetrical as possible with the available equipment. It consists of two pairs of springs, two head lines and two stern lines.

3.7.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways

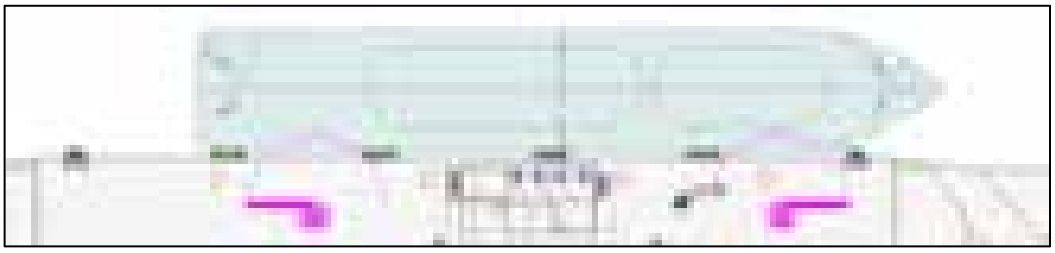


Figure 36. NORGAS LNG. Access gangways plan view.

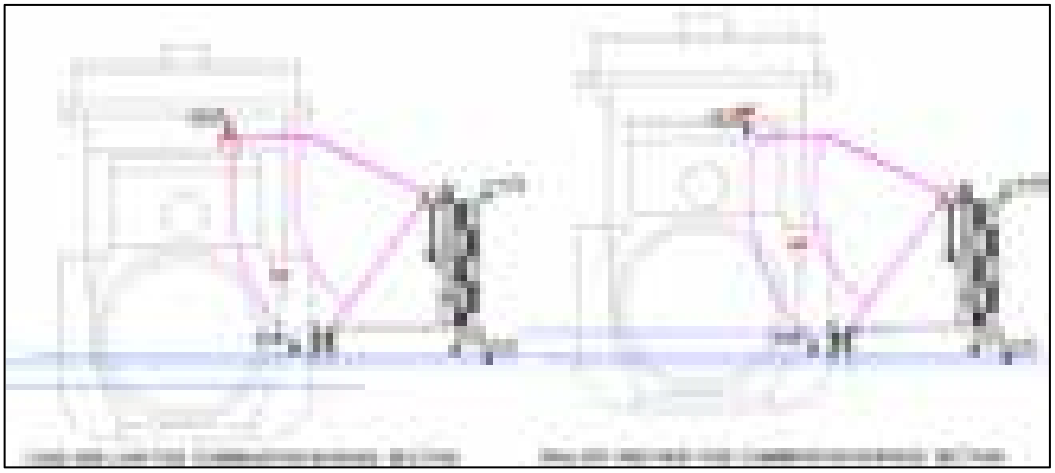


Figure 37. NORGAS LNG. Access gangways elevation view

As shown in the figure, the main deck of the ship is within the gangway's working envelope in both load and ballast conditions. Therefore, Norgas LNG carrier is considered **compatible** with existing access gangways in Sagunto Terminal.

3.8.- 15,000 m^3 LNG carrier

3.8.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms

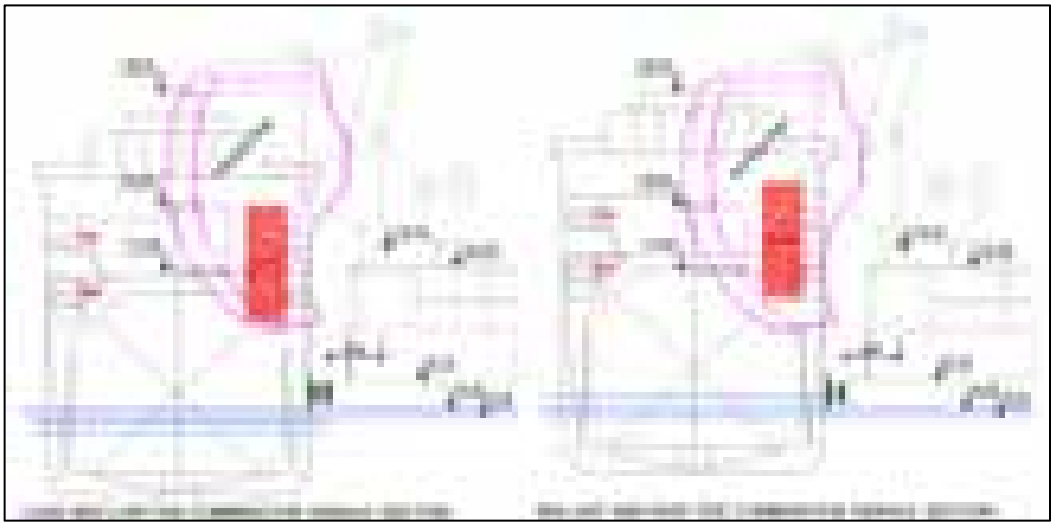


Figure 38. LNG carrier 15,000m^3. LNG transference arms

As shown on the picture above, both upper and down LNG connection flanges of the ship are kept within the transference arm's working envelope in both load and ballast states along the whole tidal range. Therefore, LNG carrier 15,000 m^3 is considered **compatible** with the existing LNG transference arms at Sagunto's terminal.

3.8.2 Geometrical Compatibility with Fenders

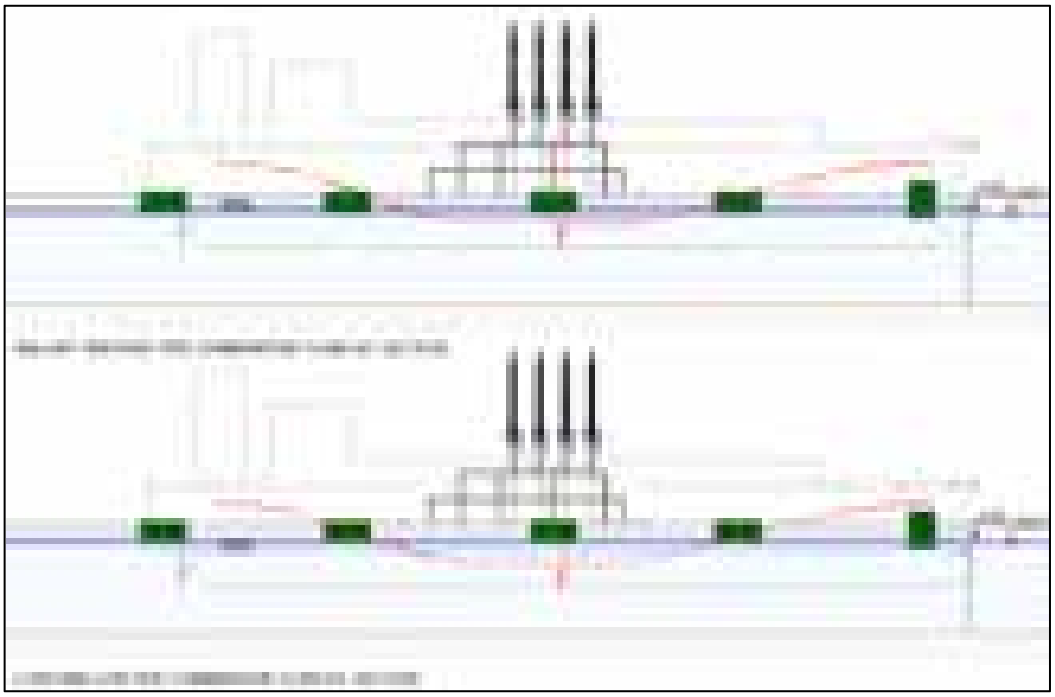


Figure 39. LNG carrier 15,000m³. Fenders compatibility assessment.

As shown in the figure above, apparently this vessel is not compatible with the existing fender system since for ballast and high tide combination only one fender is contacting the vessel's parallel body. However, both aft and fore fenders are very near the edge of the flat body and the general fender layout shows a good level of symmetry which will probably provide good results in the dynamic moored analysis of this particular ship.

3.8.3 Geometrical Compatibility with Mooring System

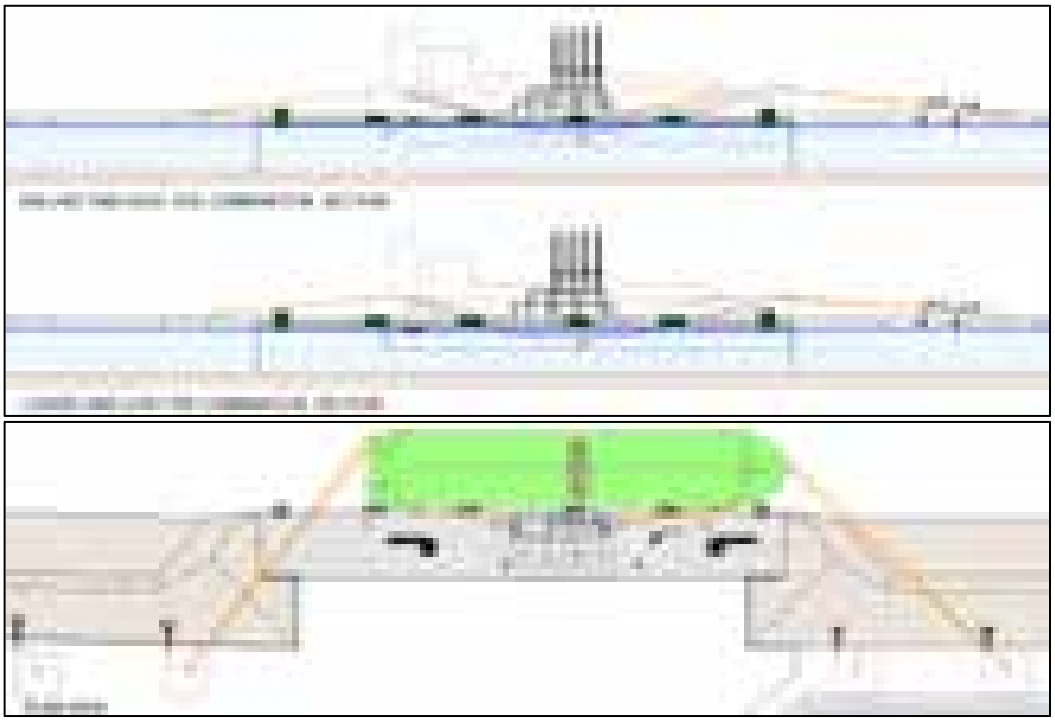


Figure 40. LNG carrier 15,000m^3. Mooring Configuration

Mooring layout has been configures as symmetrical as possible by means of two pairs of springs lines, and one pair of head and stern lines.

3.8.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways

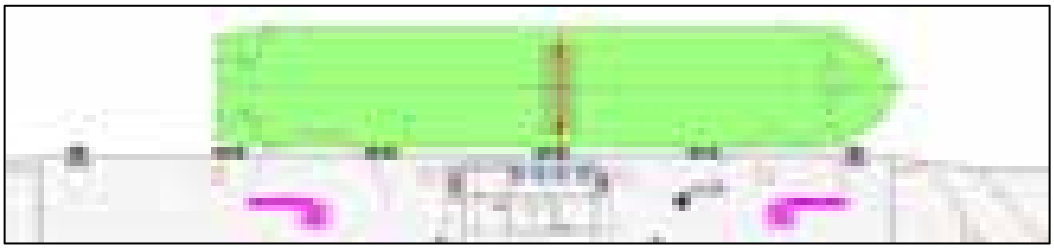


Figure 2. LNG carrier 15,000m^3. Access gangway plan View.

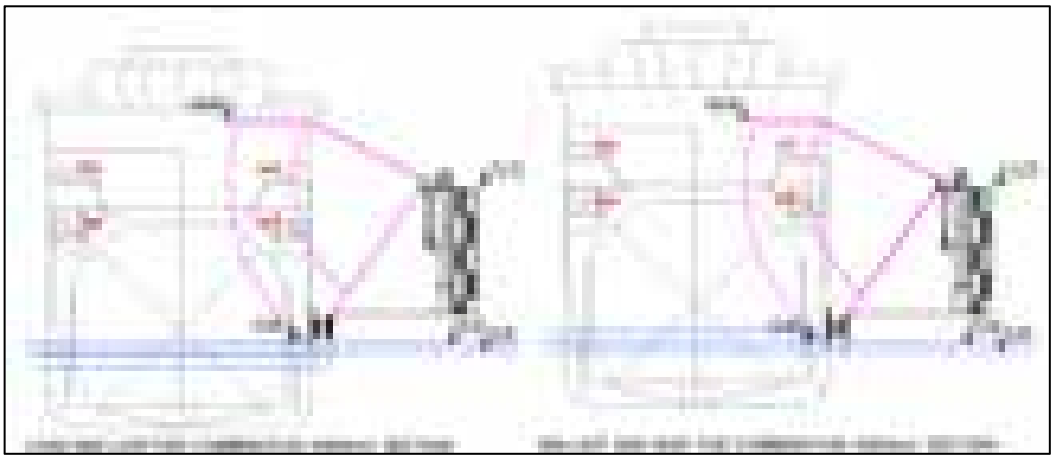


Figure 41. LNG carrier 15,000m^3. Access gangway elevation view.

As shown in the figure, the main deck of the ship is within the working envelope in all load states and tidal conditions. As shown in plan view it seems to be no obstacle for gangway support on the aft are, fore area for support seems to be interfering with the mooring deck. Anyway, ship-shore access is guaranteed for 15,000 m^3 LNG carrier, which makes it **compatible** with the existing terminal in this sense.

3.9.- Coral Energy LNG carrier

3.9.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms

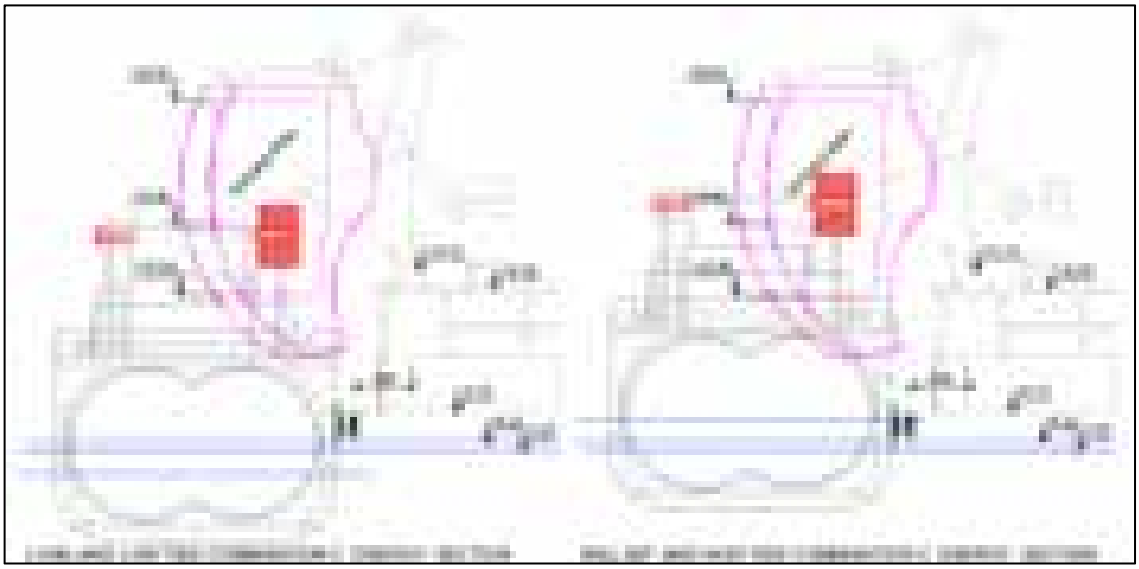


Figure 42. Coral Energy LNG. LNG transference arms

As shown in the figure, the connecting flanges of the ship are within the working envelope in both load and ballast conditions along the whole tidal range. Therefore, Coral Energy LNG carrier is considered to be **compatible** with existing unloading arms in Sagunto Terminal.

3.9.2 Geometrical Compatibility with Fenders

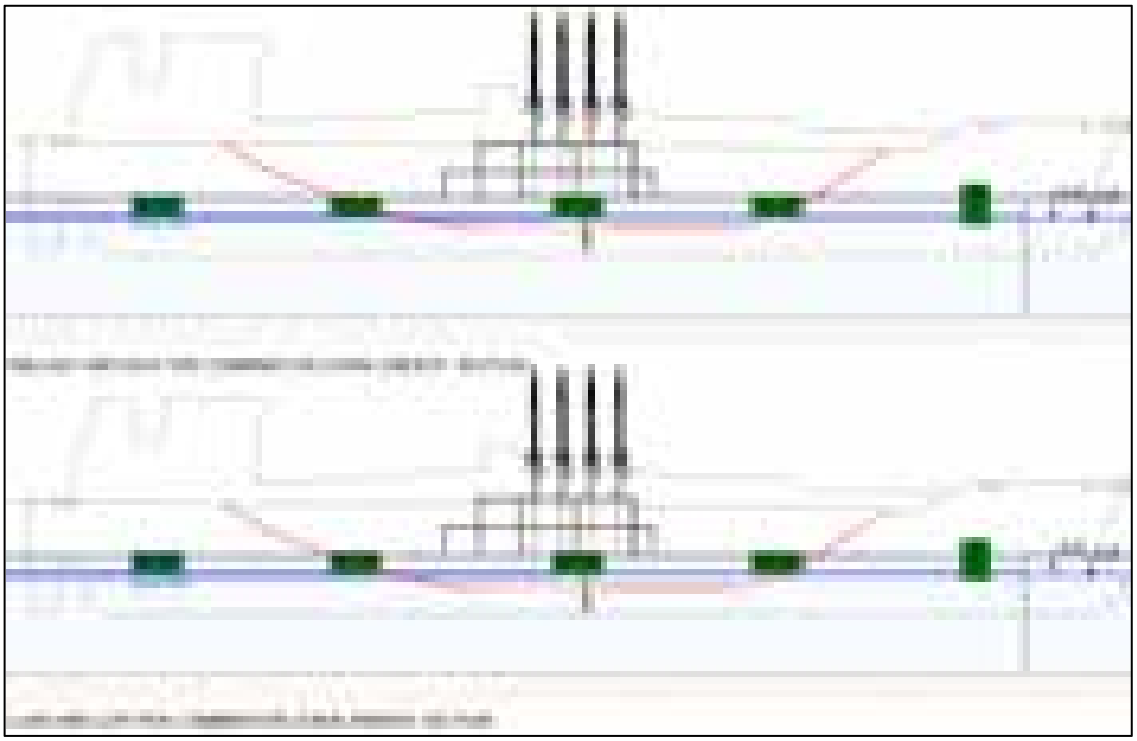


Figure 43. Coral Energy LNG. Fenders compatibility assessment.

The existing contact between small LNG carrier Coral Energy is achieved by means of one whole panel in at manifold positions and two fore and aft partial contacts. Hence, Coral Energy LNG is considered to be **compatible** with the existing fender system.

3.9.3 Geometrical Compatibility with Mooring System

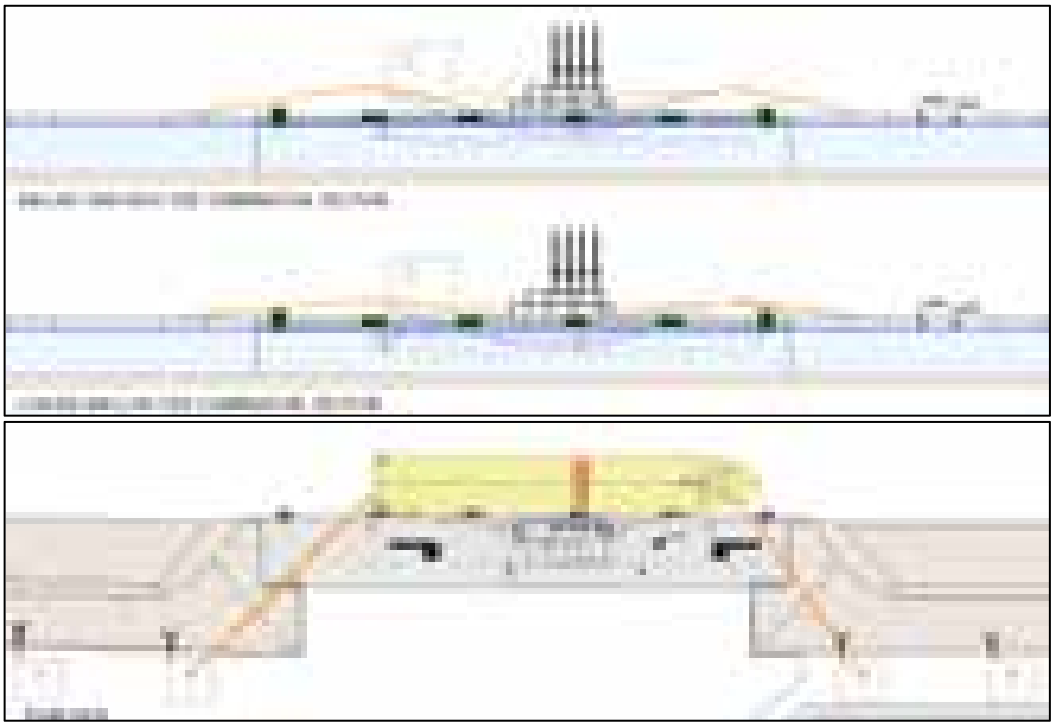


Figure 44. Coral Energy LNG. Mooring Configuration.

In order to achieve a mooring configuration is as symmetrical as possible it has been configured by means of two pairs of springs and two head and stern lines moored at the offset QRHs.

3.9.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways

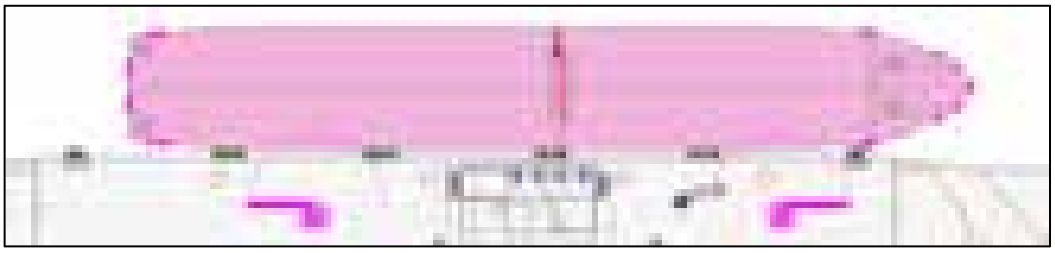


Figure 45. Coral Energy LNG. Access gangways plan view.

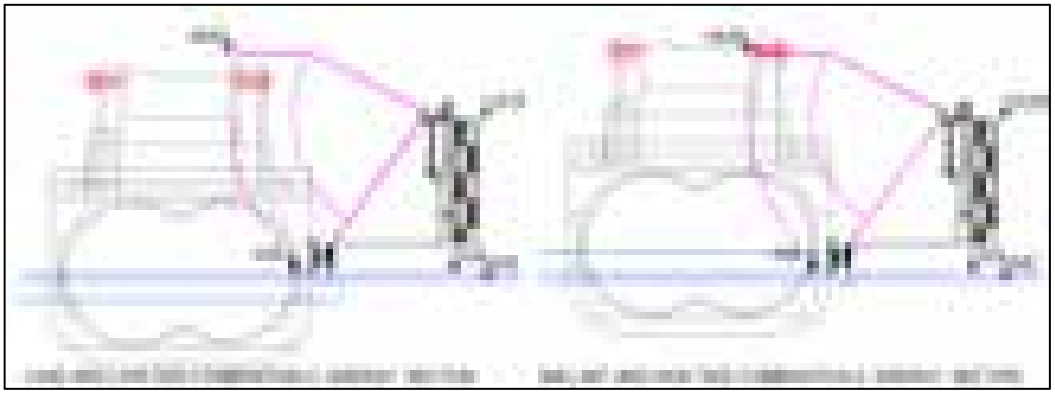


Figure 46. Coral Energy LNG. Access gangways elevation view.

As shown in the figure, the main deck of the ship is within the working envelope in both load and ballast conditions along the whole tidal range. Therefore, Coral Energy LNG carrier is considered **compatible** with the access ship gangways to existing terminal in Sagunto.

3.10.- AMAN BINTULU LNG carrier

3.10.1 Geometrical Compatibility with LNG Transfer Arms

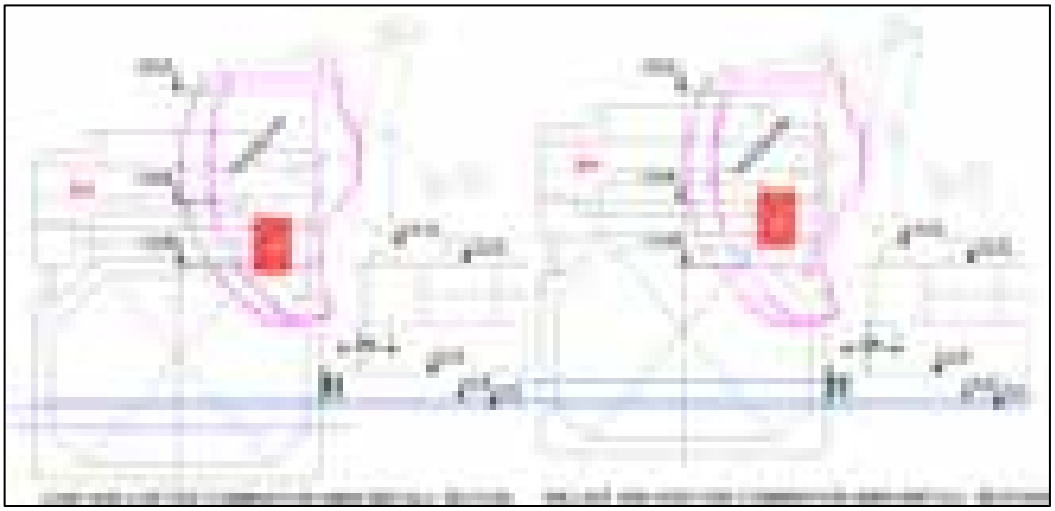


Figure 47. LNG Aman Bintulu. LNG transference arms

Aman Bintulu is equipped with an asymmetrical layout of LNG connection flanges, being the port side one 5 m below the one at starboard side.

All analysed small scale LNG carriers are proposed to be berthed starboard just as the convention target LNG fleet.

As shown in the picture above, Aman Bintulu's starboard LNG flange remains within the LNG transference arms' working envelop in all load states and tidal levels, which makes the vessel compatible with the loading equipment at the existing terminal.

3.10.2 Geometrical Compatibility with Fenders

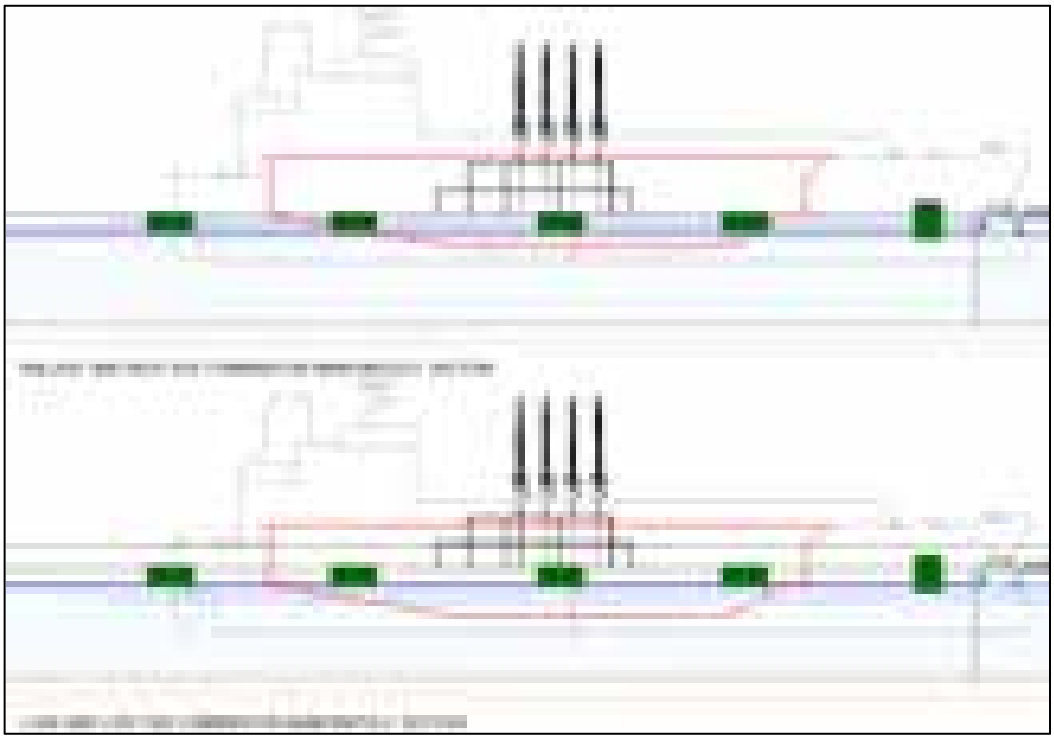


Figure 48. LNG Aman Bintulu. Fenders compatibility assessment.

As above shown the contact between Aman Bintulu's parallel body and the fendering system is achieved by a total of three panels covering the whole length of the flat section. Thus, this ship can be considered to be **fully compatible** with the existing fendering system at Sagunto terminal.

3.10.3 Geometrical Compatibility with Mooring System

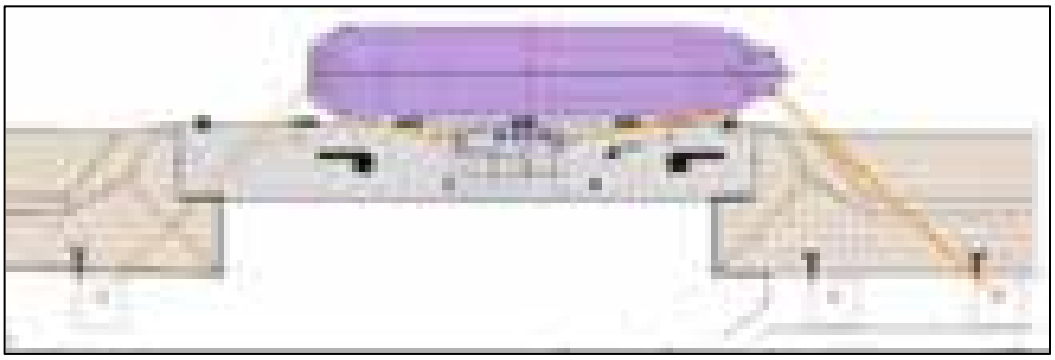


Figure 49. LNG Aman Bintulu. Mooring Configuration.

The mooring pattern has been arranged as symmetrical as possible by means of two pairs of spring lines and two pairs of head and stern lines.

3.10.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways

Figure 50. LNG Aman Bintulu. Access gangway plan view.

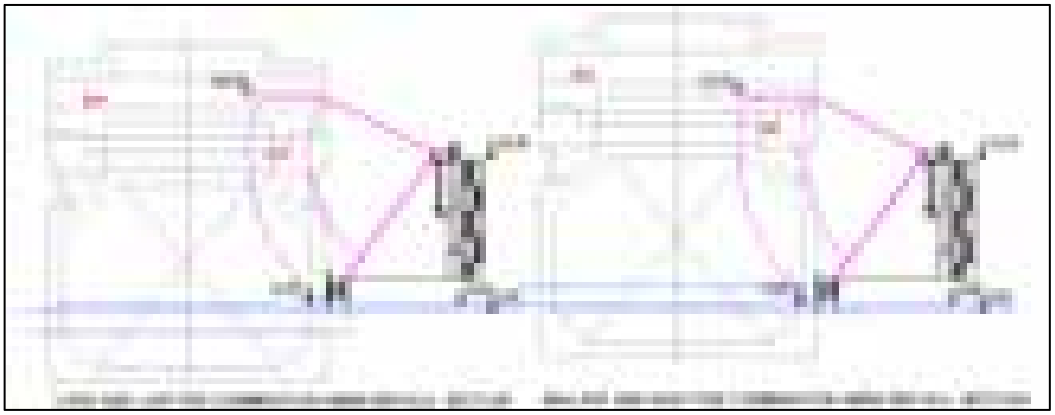


Figure 51. LNG Aman Bintulu. Access gangway elevation view.

As shown in the figure, the main deck of the ship is within the working envelope in all load and tidal conditions. Besides, according to the available information both aft and fore gangways seem to be compatible with the available area on the main deck for support. Therefore, Aman Bintulu LNG carrier is considered **compatible** with the access gangways in the existing terminal in Sagunto.

3.11.- WSD50 20K LNG carrier

3.11.1 Geometrical Compatibility with LNG transfer Arms

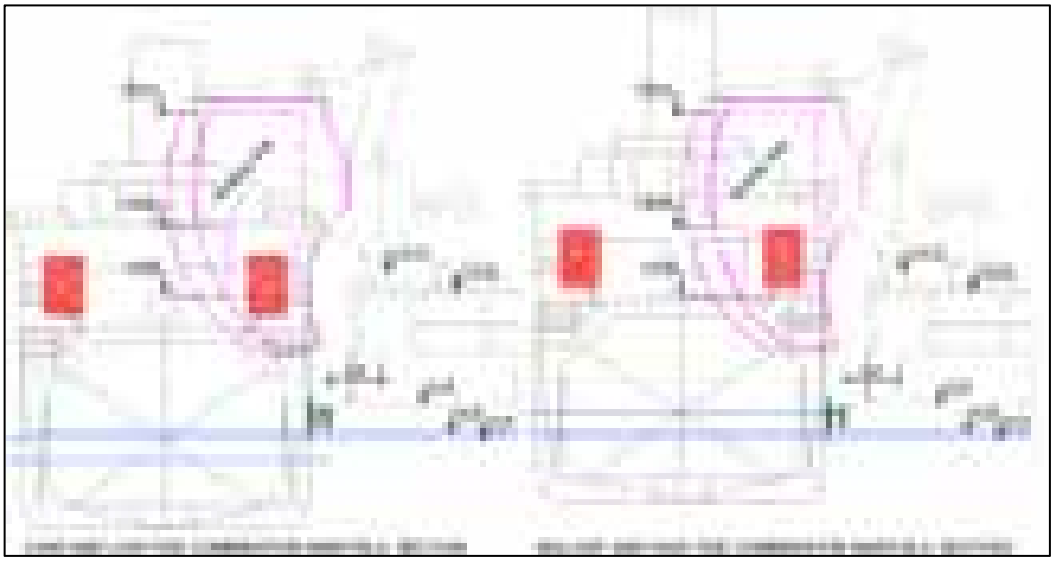


Figure 52. LNG WSD50 20,000m³. LNG transference arms.

As shown in the figure, the connecting flanges of the ship are within the work envelope in both loaded and ballast states and all tidal conditions. Therefore, WSD50 20K LNG carrier is considered **compatible** with existing LNG transference arms in Sagunto terminal.

3.11.2 Geometrical Compatibility with Fenders

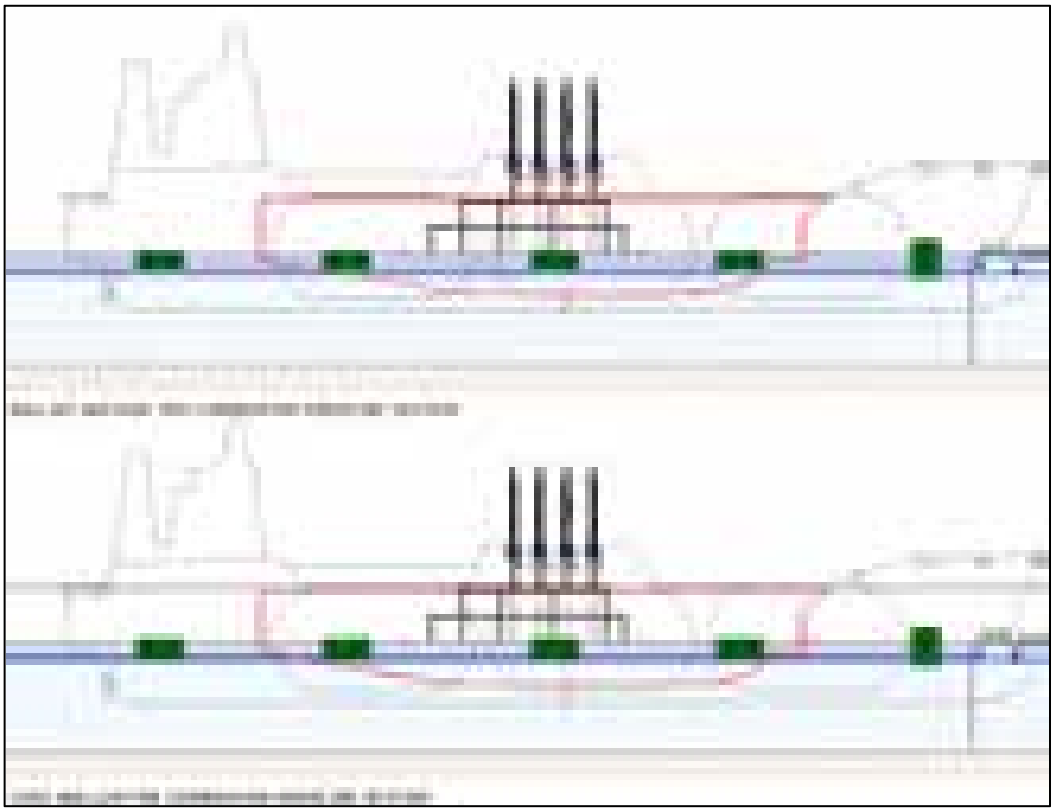


Figure 53. LNG WSD50 20,000m^3. Fenders compatibility assessment.

As shown in the figure above, the contact between LNG WSD50's parallel body and the fendering system is achieved by a a total of three panels covering the whole length of the flat section. Thus, this ship can be considered to be **fully compatible** with the existing fendering system.

3.11.3 Geometrical Compatibility with Mooring System

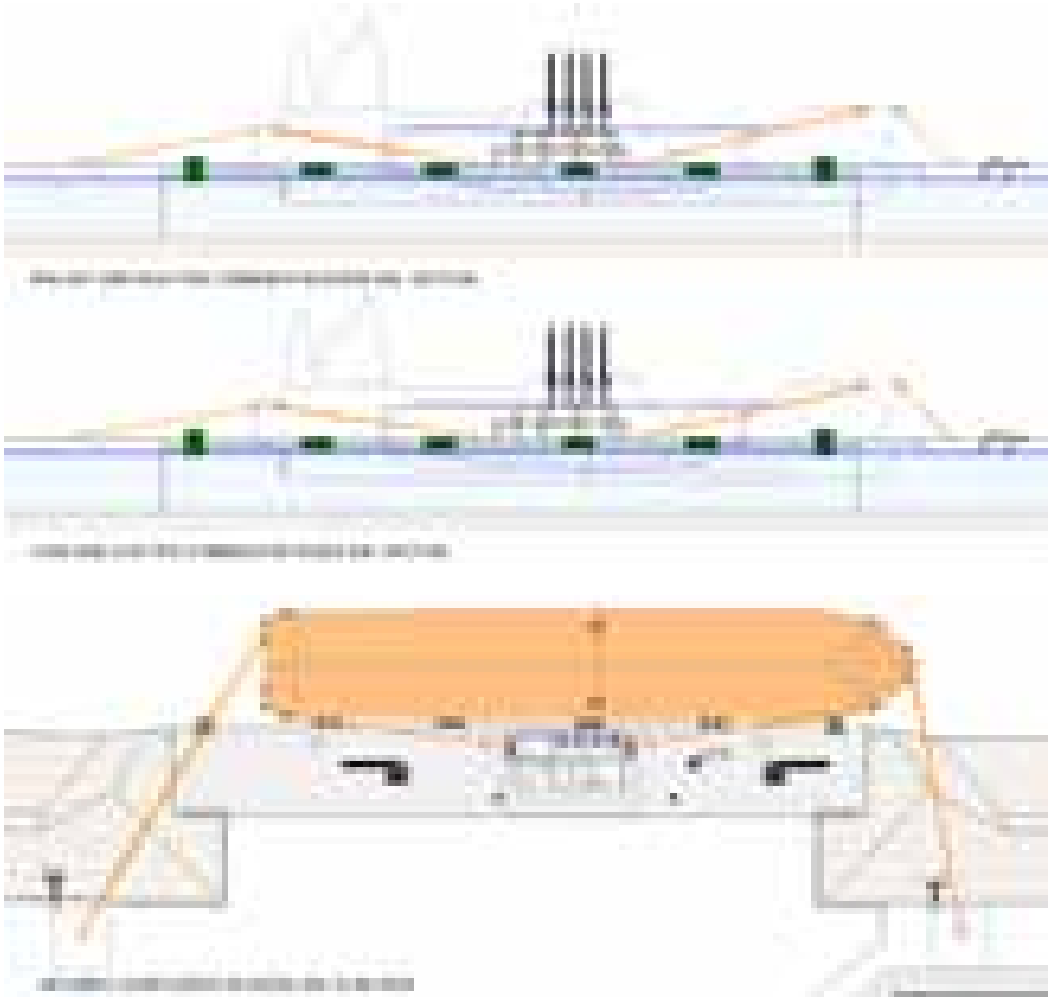


Figure 54. LNG WSD50 20,000m^3. Fenders compatibility assessment.

The mooring pattern has been arranged by means of two pairs of spring lines, a pair of stern lines and fore breast lines. Despite the level of asymmetry achieved, the mooring layout can be considered as geometrically compatible, even though moored response induced shall be checked by means of dynamic moored vessel analysis.

3.11.4 Geometrical Compatibility with Access Gangways

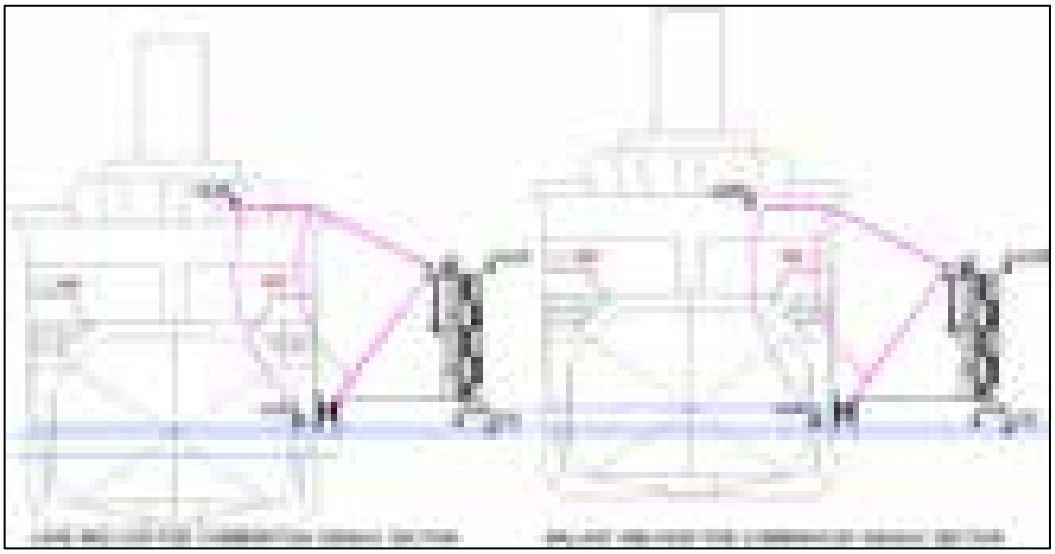


Figure 55. LNG WSD50 20,000m³. Access gangway plan view.

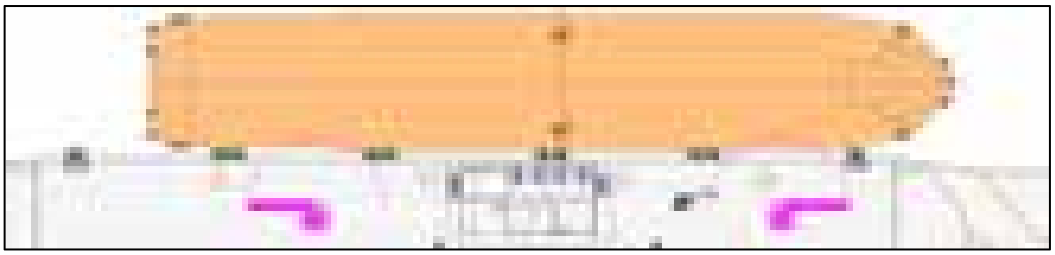


Figure 56. LNG WSD50 20,000m³. Access gangway elevation view.

As shown in the figure, the main deck of the ship is within the working envelope in all load states and tidal conditions in both fore and aft available areas for support. Therefore, WSD50 20K LNG carrier is considered **compatible** with the access gangways of the existing terminal in Sagunto.

4.- CONCLUSIONS AND PROPOSED ACTIONS

After the geometrical compatibility study carried out for a target fleet of small scale LNG vessels with storing capacities ranging from 2,000-20,000 m^3 at the existing LNG ship reception facilities in Sagunto Maritime Terminal, following conclusions can be drawn up:

LNG Transfer Arms

According to the results, only LNG ships equipped with manifold flanges located at minimum level of 12.29 m above loaded waterlines will be compatible with the existing LNG transference arms at the terminal. Most of the vessels analyzed have resulted compatible because of the double level of the flange for LNG provision.

For the three smallest carriers, which are Monte Arucas (LNG cargo capacity to be defined), 2,000 and 4,000 m^3, the LNG transfer arms working envelopes result not compatible with their manifold. The main reason of this is because the existing terminal was designed to allow big LNG carriers and the dimensions of these studied vessels are much smaller in terms of its loaded and ballast depth. Therefore, measures should be implemented in order to make compatible these three vessels.

Fender System

In general terms, contact between fenders and parallel bodies is favorable for the majority target fleet studied except for the three smallest LNG carriers (Monte Arucas, 2,000 m^3 and 4,000 m^3). Despite the fact that most of the fleet is compatible, special attention shall be paid to the results of further studies, specially regarding the dynamic moored vessel analysis as some of the possible fender layouts show some degree of asymmetry along the flat sections of the ships' hulls.

As with the LNG transfer arms, also for the fender system there are compatibility problems with the three smallest vessels (Monte Arucas, 2,000 and 4,000 m^3). In this case, the minimum distance recommended by ROM 2.0-11 guidelines between fenders is not fulfilled and there is also lack of sufficient contact with their parallel bodies and the shields of the existing fenders. Thus, actions should be carried out in order to make compatible these vessels regarding fenders system.

Mooring System

In accordance with available information, the small LNG fleet analyzed can be moored with 4 to 8 mooring lines starboard side.

LNG carriers below 6,500 m^3 are only provided with four mooring lines, hence, their mooring arrangement is proposed to be configured by means of two spring lines and two head and stern lines all of them moored at platform installed QRHs. However, this proposed layout cannot be achieved with the available mooring equipment at berth as outer hooks are oriented 45º outwards, due to the fact that they have been originally design for spring lines moorings of the bigger LNG conventional carriers. In this sense, the only alternative possible mooring arrangement would be materialized by means of double springs, as shown on following sketches:

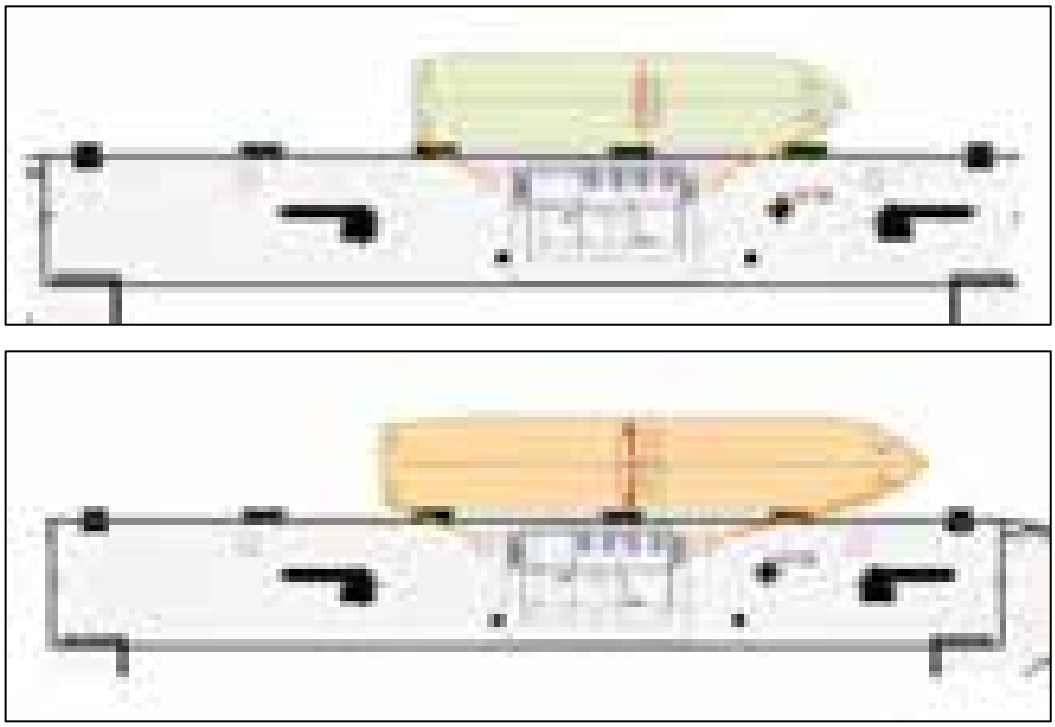


Figure 57. Alternative mooring arrangement for LNG 2,000 m³ and 4,000m³ capacity vessels.

For the Monte Arucas, with the existing mooring equipment there is lack of symmetry between their lines. Their spring lines of the bow side are not completely parallel to the hull´s vessel and the stern lines are different, one work as a spring and the outer one as a stern line. Therefore, as it is shown in the following figure, the mooring configuration results incompatible.

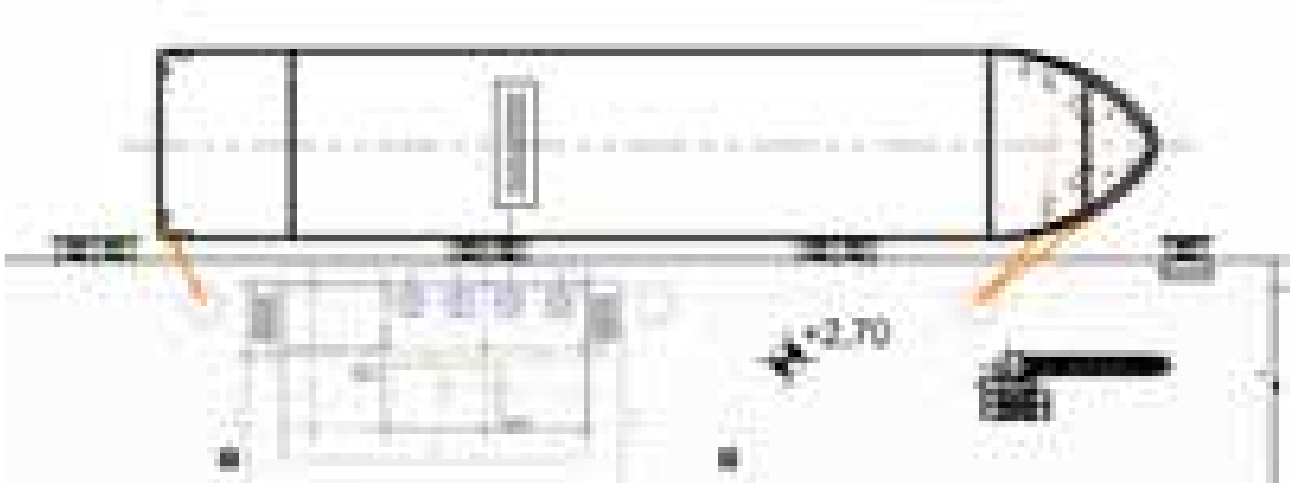


Figure 58. Mooring arrangement for Monte Arucas with the existing equipment.

The remaining analyzed fleet, this is, above 6,500 m^3, allow for eight mooring line arrangements by means of two pairs of springs moored to the inner QRHs at platform and two pairs of head/stern or breast lines moored at inner QRHs at pier.

In principle, after developing geometrical checks of the mooring arrangements, no relevant interferences between the edge of the berthing structure and the mooring lines of the vessels are expected for LNG carriers beyond 6,500 m^3. For the smallest ones some clashing could take place and therefore, protection of the edge with wood or elastomeric pieces could be recommended.

Access Gangways

In general terms, the compatibility of the small LNG fleet studied and the existing ship-shore access equipment at the terminal, has resulted positive for ships beyond 6,500m^3, especially with the aft gangway.

For the particular case of the smallest ships; Monte Arucas, 2,000 and 4,000m^3, the incompatibility with the existing gangways is related with the plan envelope when the ship is aligned manifold to vapour arms. However, in the case that these smallest section of the fleet is finally decided to become part of the operative fleet, an additional LNG transference system will need to be installed (most probable flexible hoses), hence, if the location of this new equipment is decided to be aft-wards from the existing, the compatibility of ship and gangway may be achieved.

In conclusion the compatibility of the different elements for each vessel is shown in the following table:

DESIGN FLEET	LOADING / UNLOADING ARMS	FENDER SYSTEM	MOORING SYSTEM	ACCESS GANGWAY
TUGBOAT	-	√	√	-
MONTE ARUCAS	X	X	X	X
2,000 m^3	X	X	X	X
4,000 m^3	X	X	X	X
C. ANTHELIA	√	√*	√	√
C. METHANE	√	√*	√	√
NORGAS	√	√	√	√
15,000 m^3	√	√*	√	√
C. ENERGY	√	√	√	√
AMAN BINTULU	√	√	√	√
WSD50 20K	√	√	√	√

Table 2. Design fleet Geometrical compatibility results with existing equipment.

Where:

- X (red) is not compatible requiring improvement
- √*(orange) due to limited fender compatibility in these cases additional checking by means of dynamic moored vessel analysis is required.

- √ (Green) is compatible

According to these results, some proposed actions could be implemented in order to improve safety conditions and therefore the compatibility of the three smallest vessels.

4.1.- New hoses for the LNG transference operation

As is has been explained, for the three smallest LNG transfer arms are not compatible. The main action which is proposed in the existing terminal to make compatible the mentioned vessels is to provide the LNG transference point of a connection based on hoses so that they could be joined in this way to each vessel manifold.

4.2.- New fenders between the existing ones

The space between the existing fenders is too long and does not fulfill ROM 2.0-11 recommendations for the three smallest vessels. Two new fenders between existing fenders 3-4 and 4-5 would make them compatible. The existing fenders are numbered as the following figure shows.

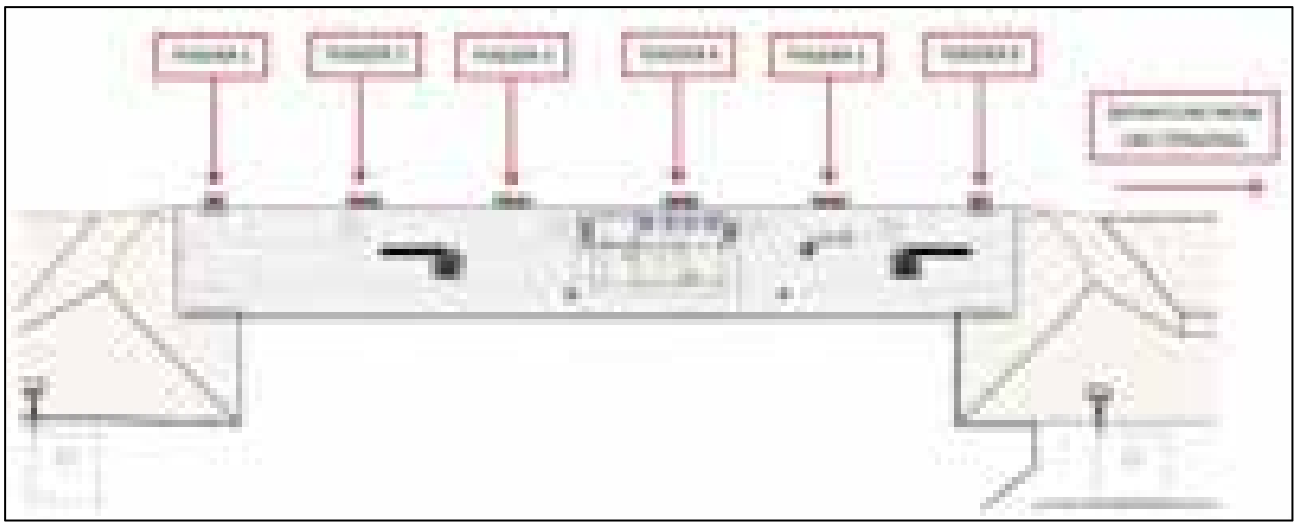


Figure 59. Fenders at the LNG existing terminal.

4.3.- Orientation change in fenders 4 and 5.

With the proposed changes, both 2,000 m^3 and 4,000 m^3 are compatible regarding contact between their parallel bodies and the fender system. In order to make also Monte Arucas compatible, because of its particular parallel body, fenders 4 and 5 could be rotated 90º so that the surface in contact is increased and therefore enough to reach the minimum required.

4.4.- New mooring points or displacement of the hoses LNG transference position

In order to achieve a proper mooring configuration for the three smallest LNG carriers of the design fleet, new mooring points should be considered. It would be desirable to design two new double quick release hooks for the spring lines and two other double quick release hooks for the head/stern lines. The orientation of the new equipment will be carried out according to

the specific requirements of these three smallest vessels (Monte Arucas, 2,000 m^3 and 4,000 m^3).

With this new equipment, the compatibility status of the whole design fleet could be the following, provided that moored vessel behaviour is properly checked and confirmed:

DESIGN FLEET	LOADING / UNLOADING ARMS	FENDER SYSTEM	MOORING SYSTEM	ACCESS GANGWAY
TUGBOAT	-	√	√	-
MONTE ARUCAS	√*	√	√	X
2,000 m^3	√*	√	√	X
4,000 m^3	√*	√	√	X
C. ANTHELIA	√	√	√	√
C. METHANE	√	√	√	√
NORGAS	√	√	√	√
15,000 m^3	√	√	√	√
C. ENERGY	√	√	√	√
AMAN BINTULU	√	√	√	√
WSD50 20K	√	√	√	√

Table 3. Design fleet Geometrical compatibility results with the proposed actions.

Where:

- X (red) is not compatible requiring improvement
- √*(orange) Compatibility achieved using hoses.
- √ (Green) is compatible

4.5.- Schedule

Regarding the time needed for the implementation of the mentioned actions it is likely that the new equipment could be installed within a three months schedule, always taking into account that the study is focusing only in the nautical equipment. Mentioned term for upgrade does not include delivery and manufacturing of indicated equipment as it largely depends on vendors availability.

The needed equipment concerning the process of LNG tranfer is out of the scope of the present study and should be studied separately.

4.6.- Equipment cost

Summarizing, the equipment proposed is the following:

- 4 double quick release hooks for both spring and head/stern lines
- 2 new fenders between the existing ones in order that their separation is compatible with the proposed design fleet.

The following table shows +/- 30%cost for the proposed actions:

Equipment	Number of elements	Unitary Cost in €	Total cost
Fender SC1450	2	35,000	70,000 €
Reorientation of fenders 4 and 5	2	17,500	35,000 €
Double quick release hooks	4	25,000	100,000 €
TOTAL SUM			**205,000 €**

Table 4. Total cost of the implementation of the equipment.

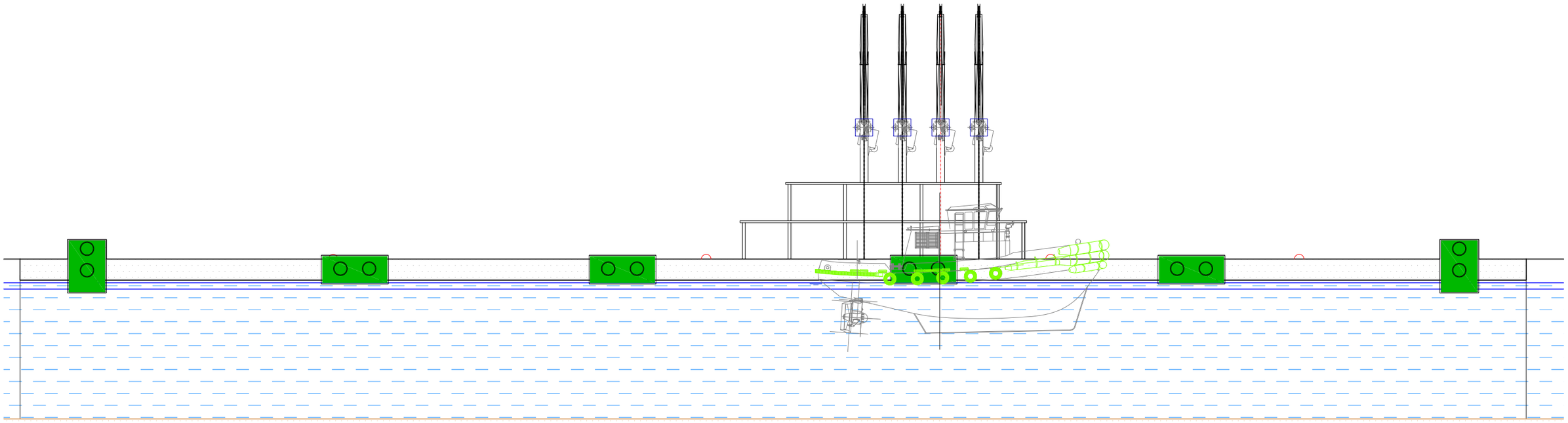
COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

ANNEX I

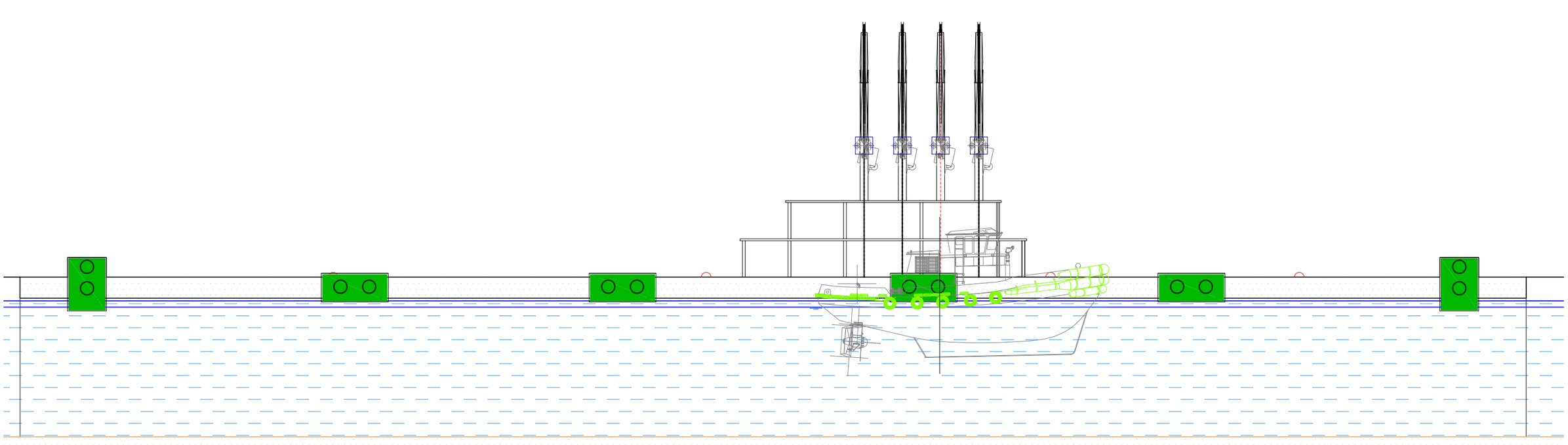
DRAWINGS

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS

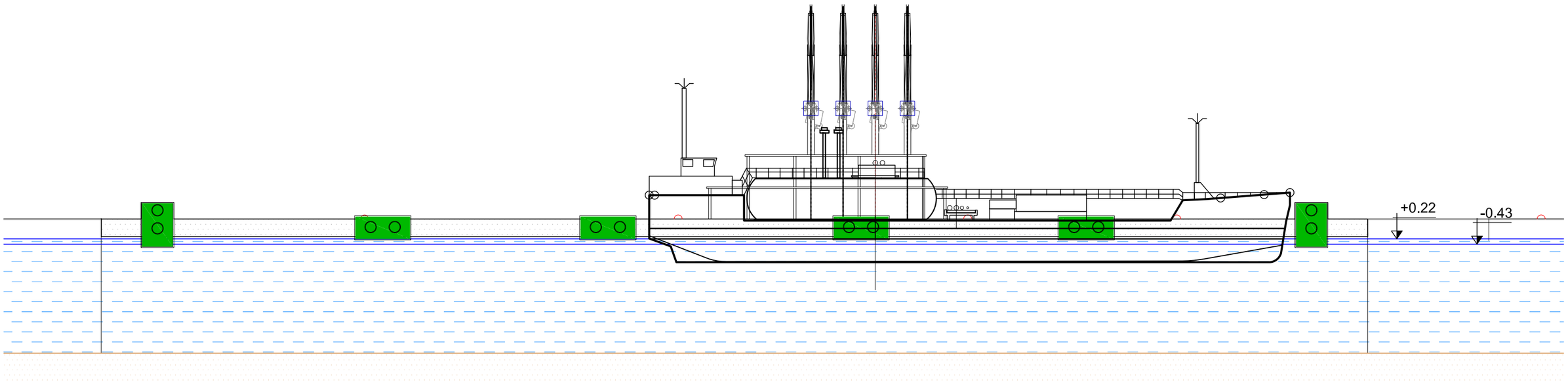


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION

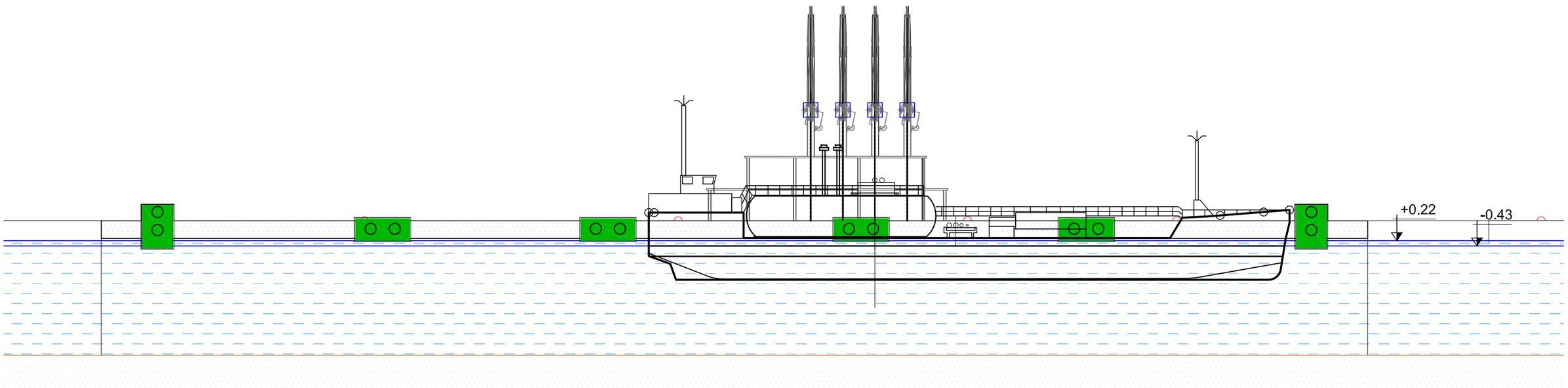


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION

	COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1:1000	DATE DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS TUGBOAT	DRAWING 01.01 SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

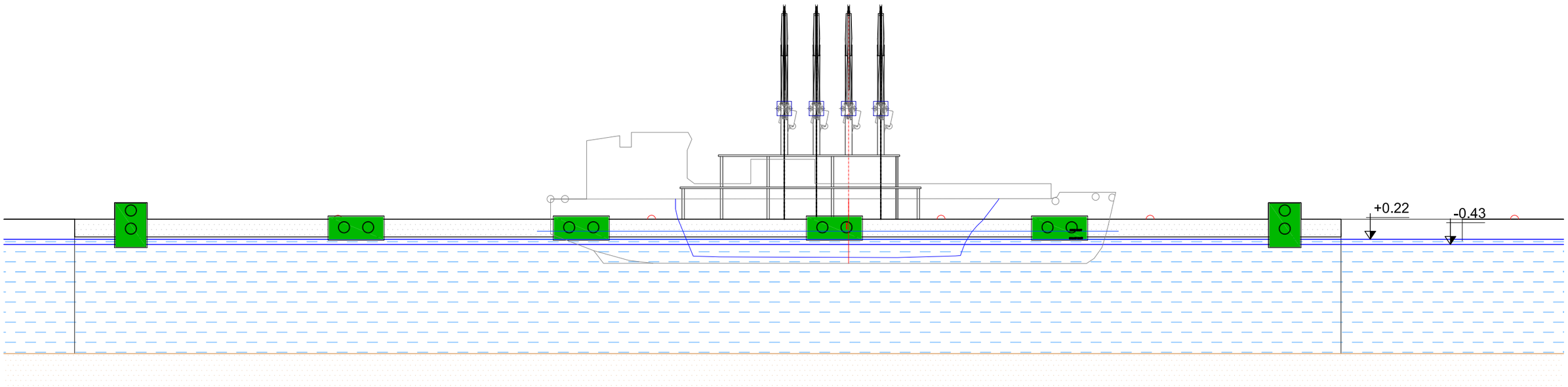
SCALE 1/500

DATE DECEMBER 2015

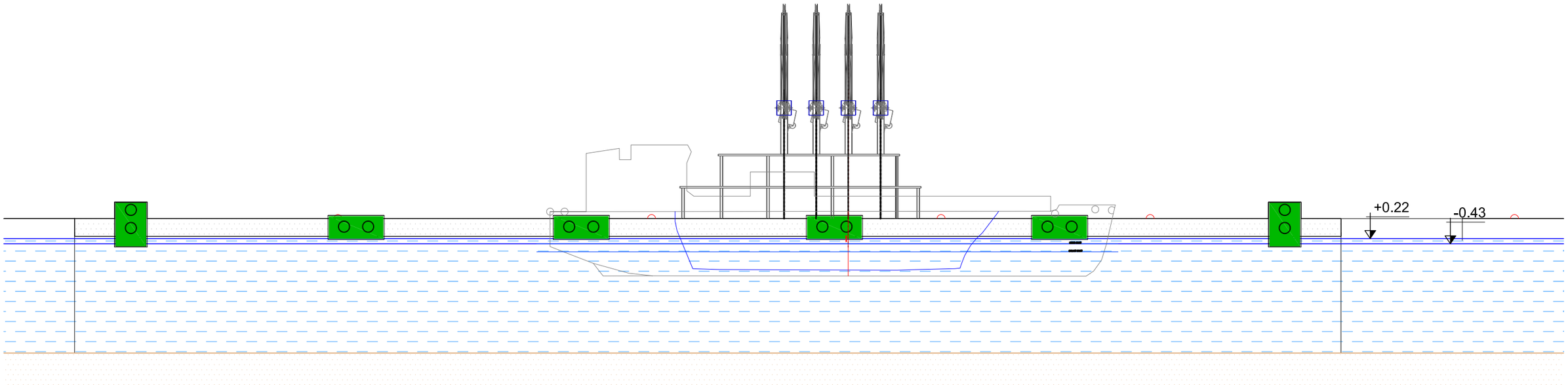
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS
MONTE ARUCAS

DRAWING 01.01

SHEET 1 OF 1

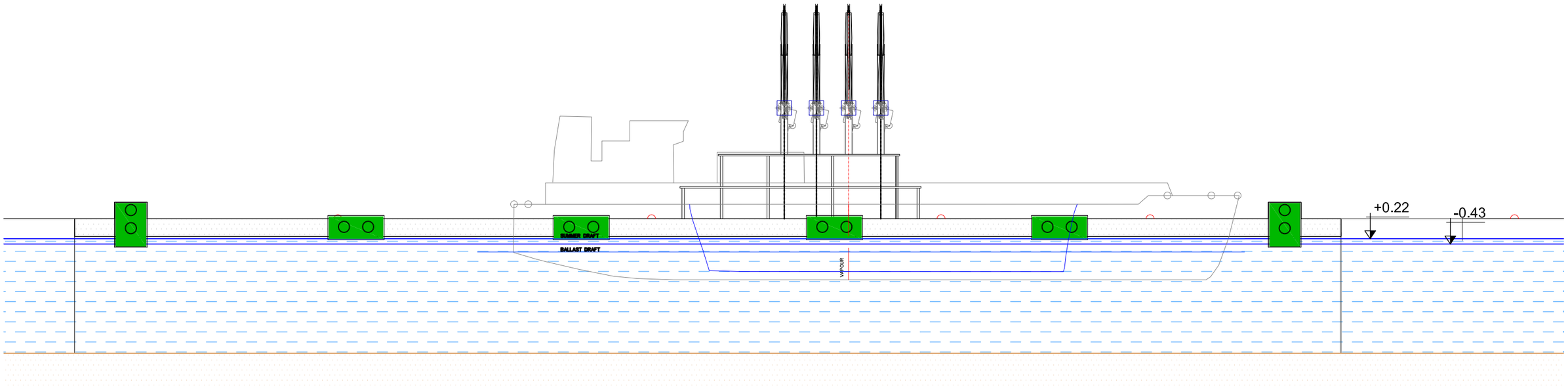


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION

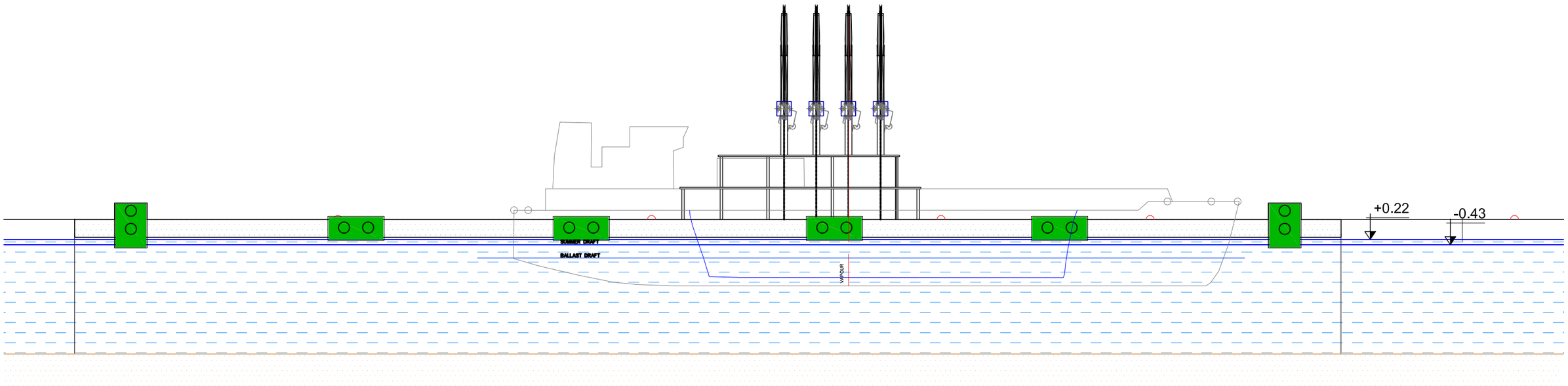


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1/500	DATE DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS 2,000 m3	DRAWING 01.01 SHEET 1 OF 1

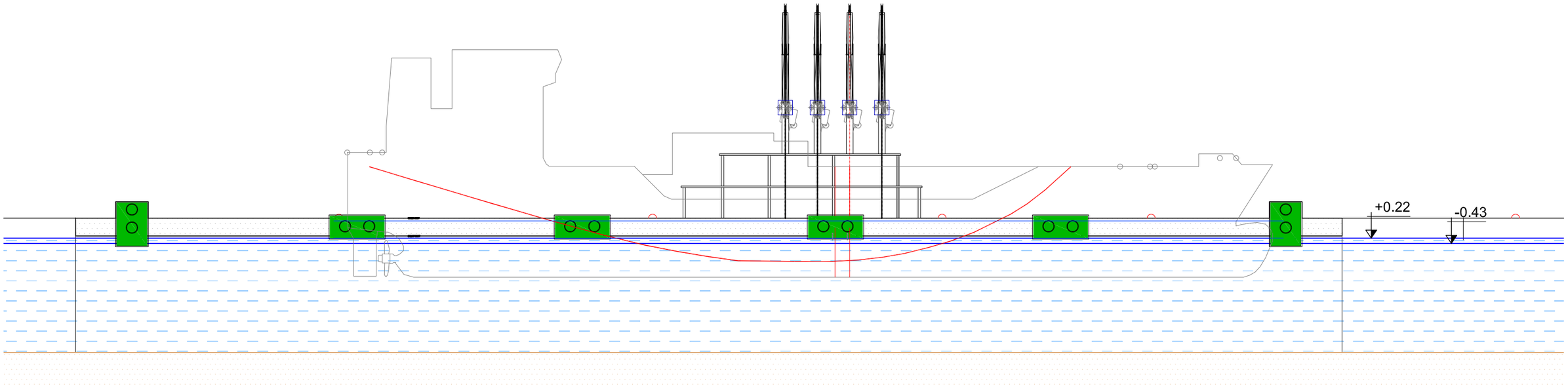


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION

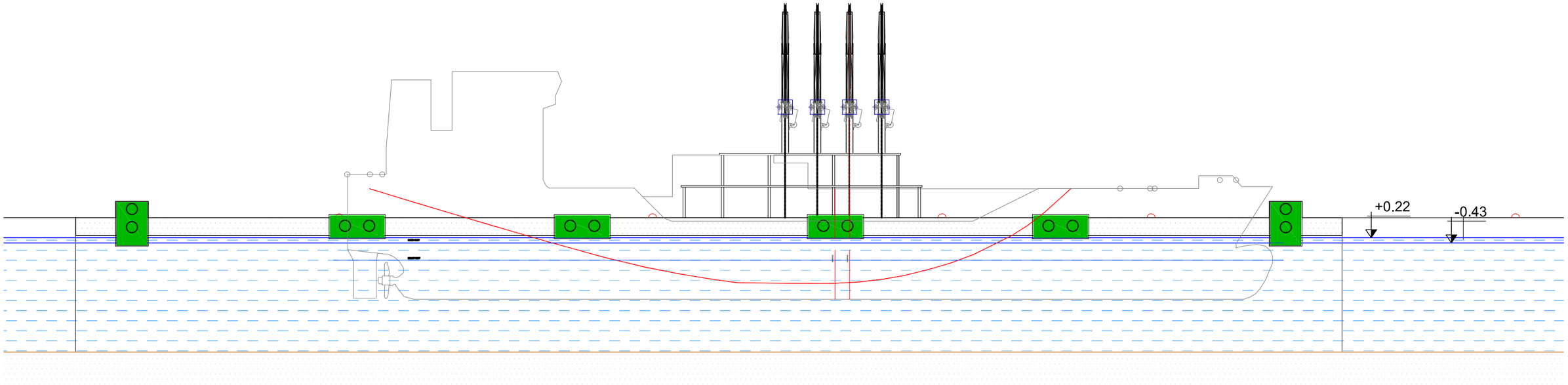


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1/500	DATE DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS 4,000 m3	DRAWING 01.01
				SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH LEVEL COMBINATION



LOADED AND LOW WATER COMBINATION

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

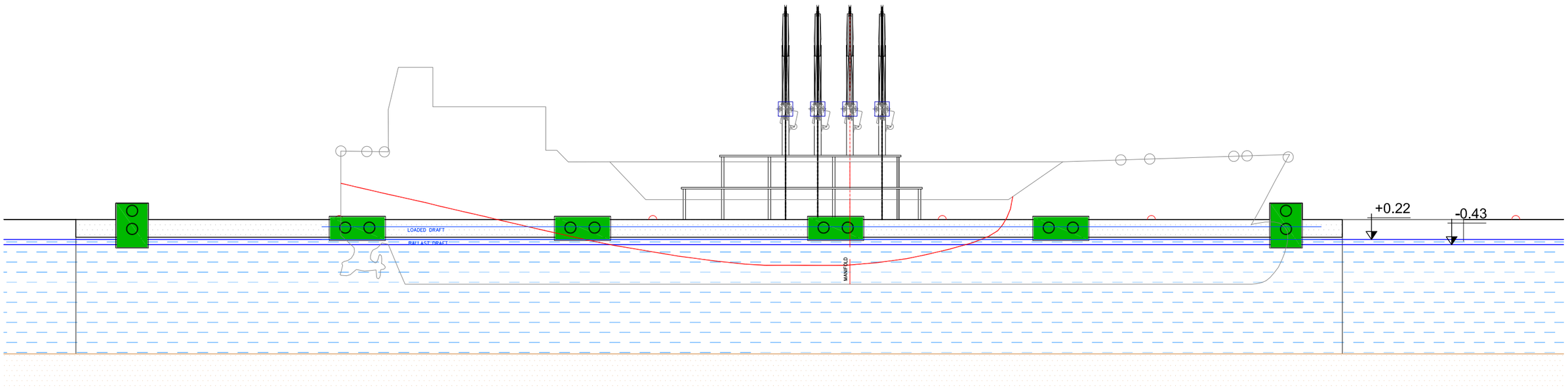
SCALE 1/500

DATE DECEMBER 2015

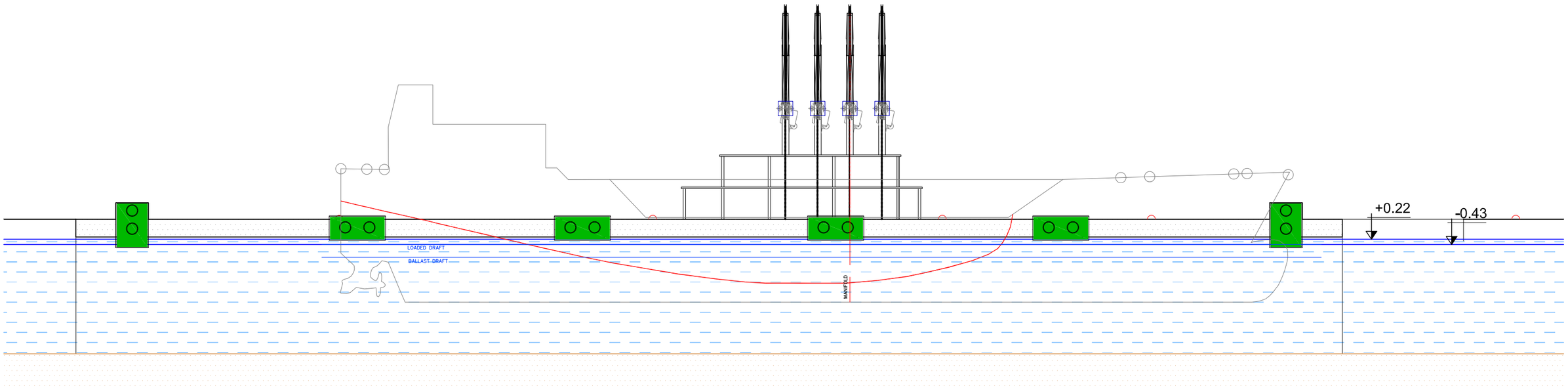
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS
CORAL ANTHELIA

DRAWING 01.01

SHEET 1 OF 1

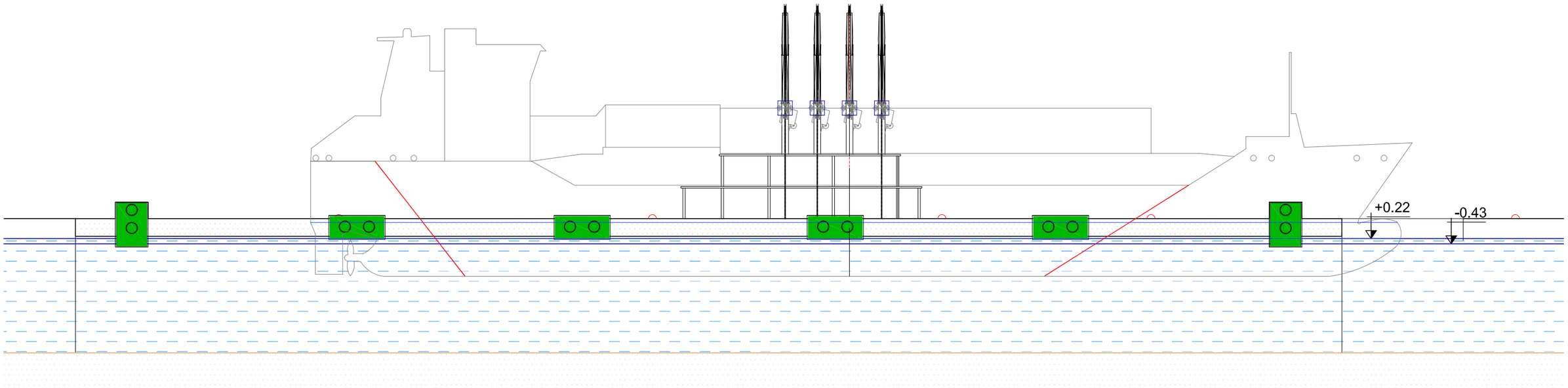


BALLAST AND HIGH LEVEL COMBINATION

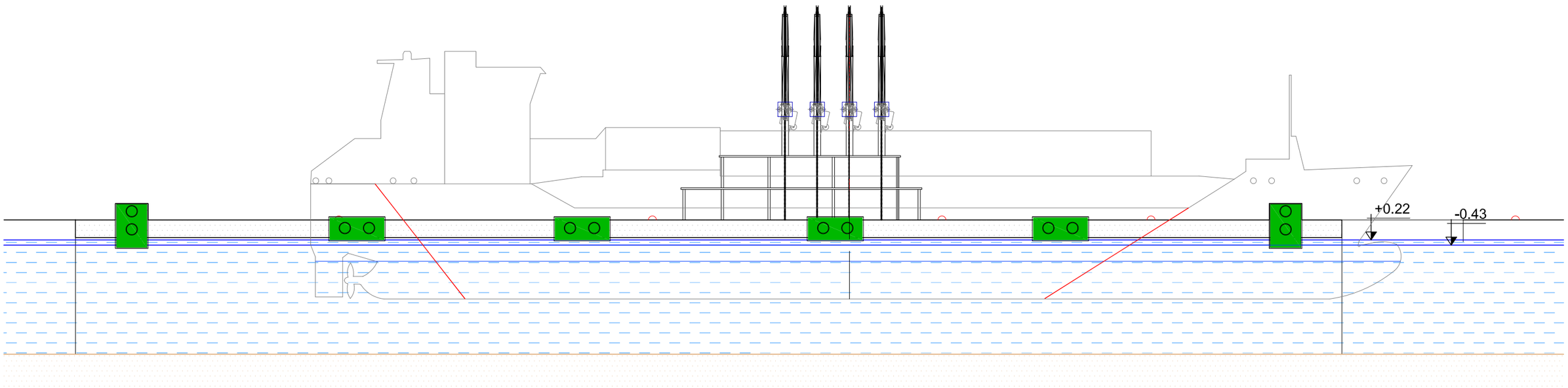


LOAD AND LOW WATER COMBINATION

	COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1/500	DATE DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS CORAL METHANE	DRAWING 01.01 SHEET 1 OF 1

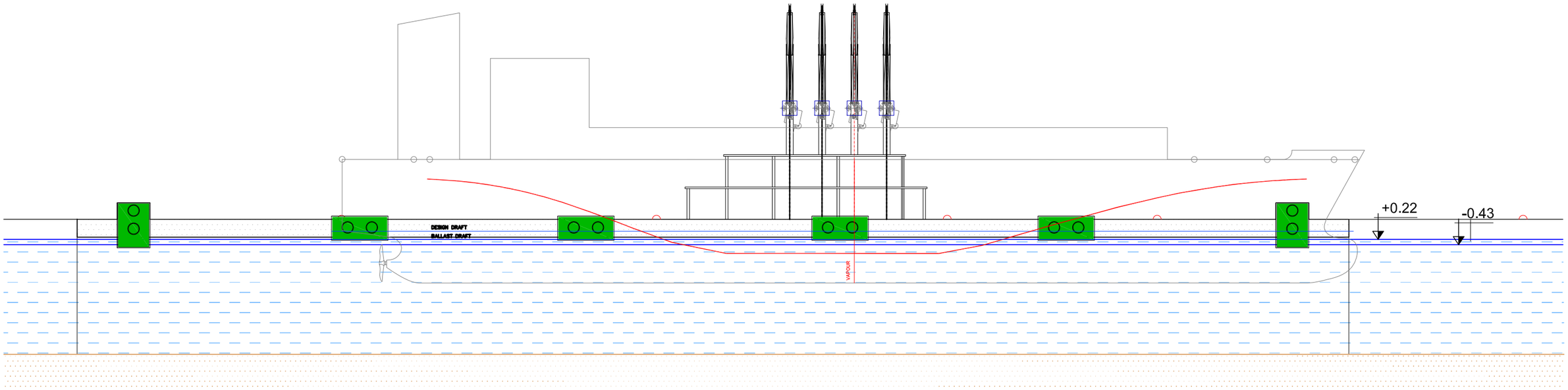


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION

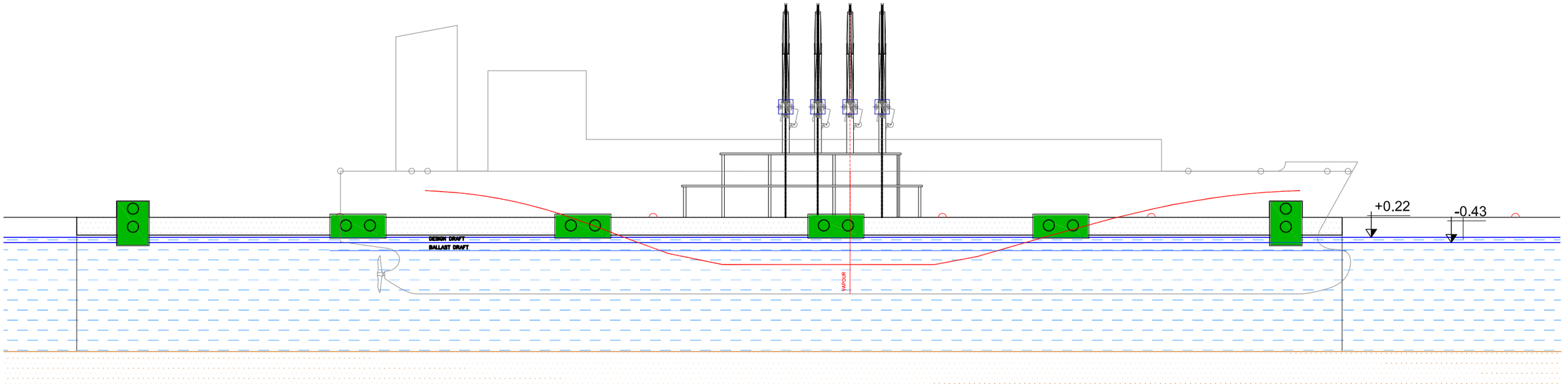


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1/500	DATE DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS NORGAS	DRAWING 01.01 SHEET 1 OF 1

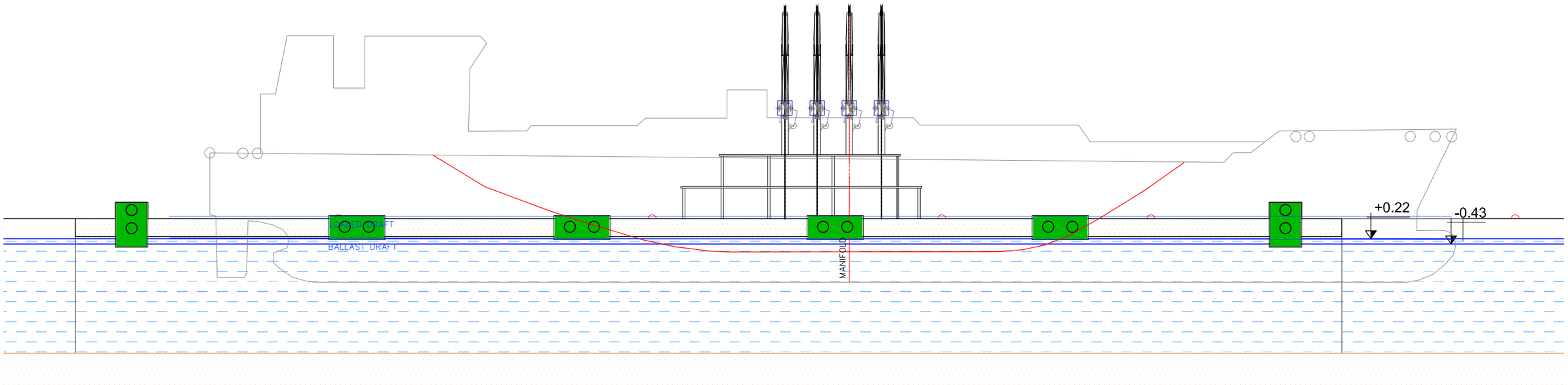


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION

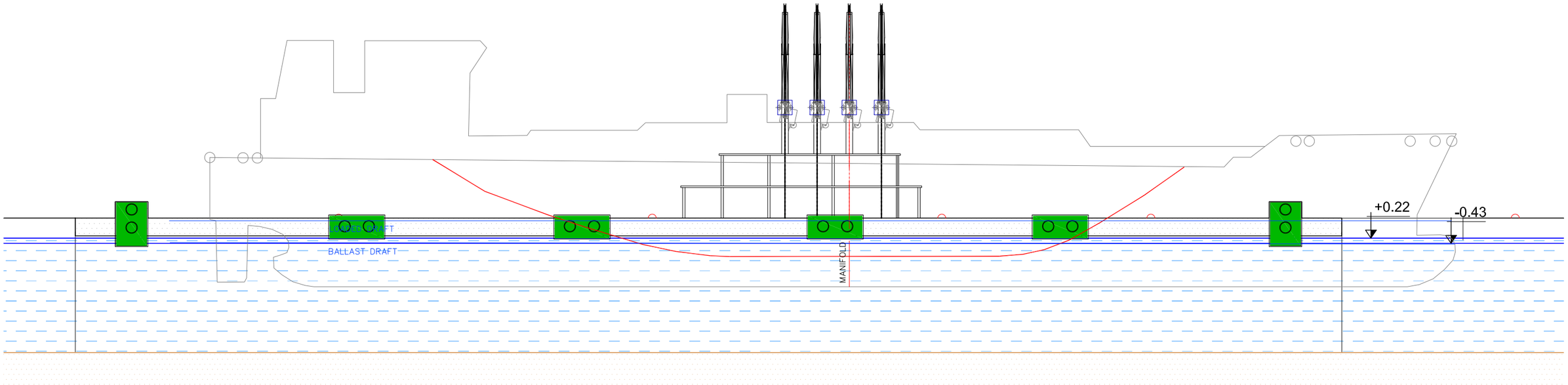


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE	DATE DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS 15,000 m3	DRAWING 01.01 SHEET 1 OF 1

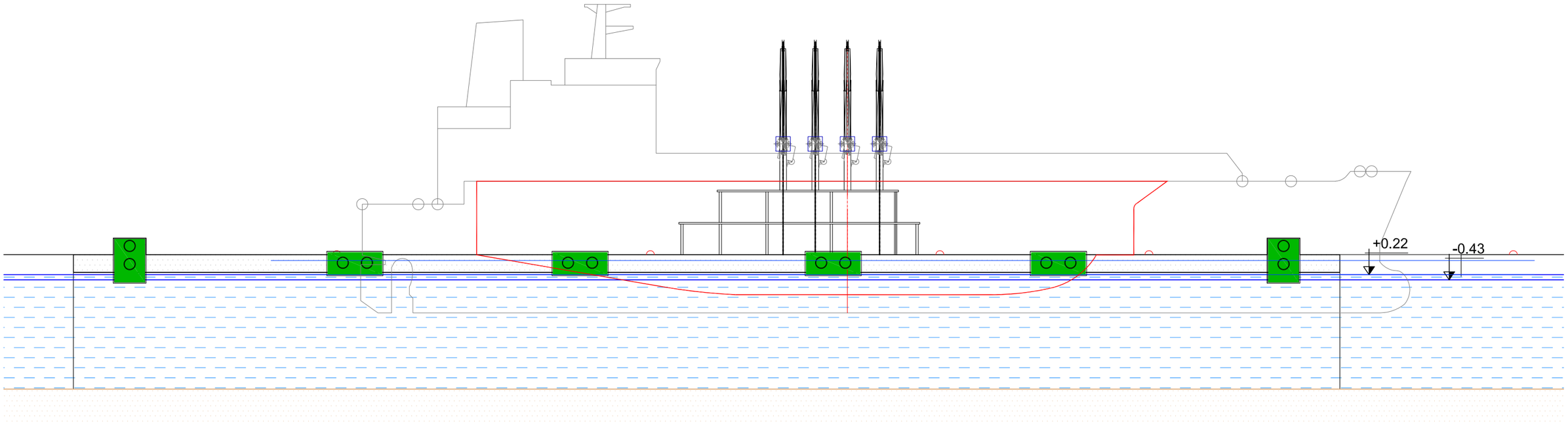


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION

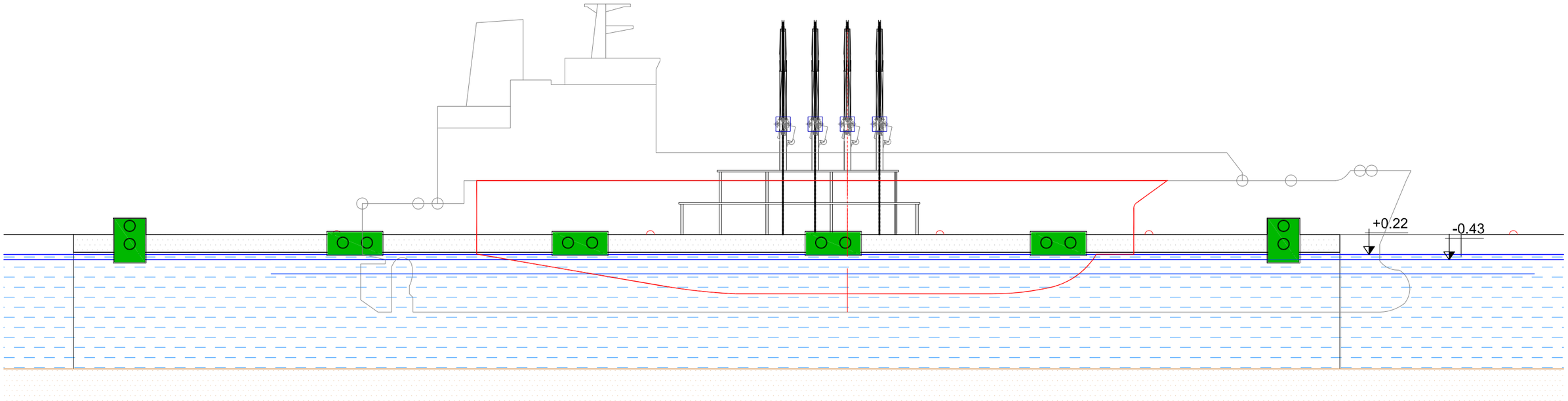


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1/500	DATE DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS CORAL ENERGY	DRAWING 01.01 SHEET 1 OF 1

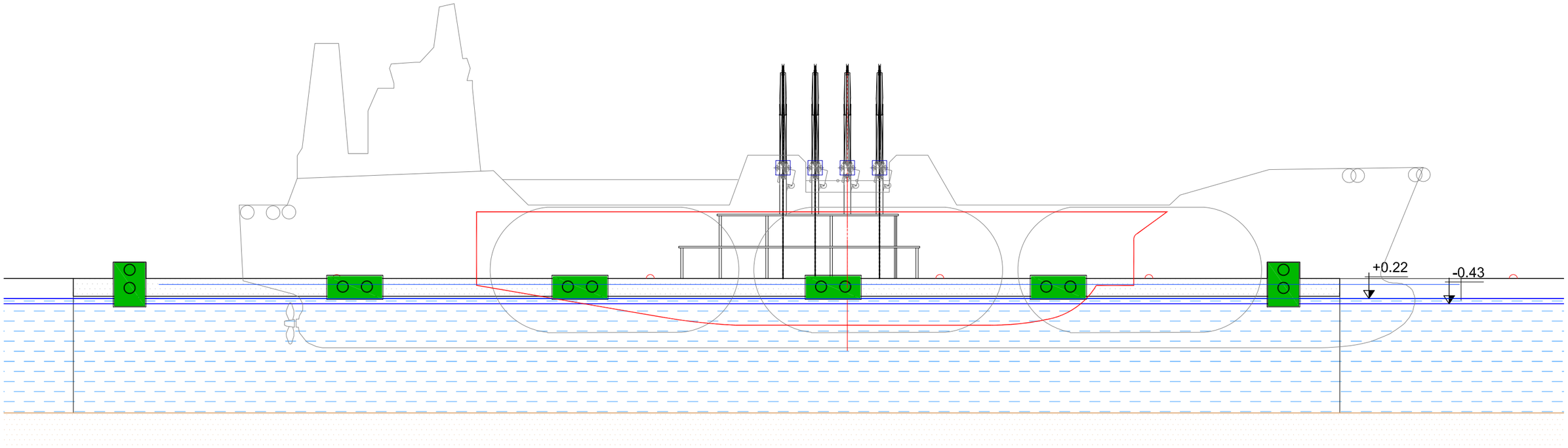


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION

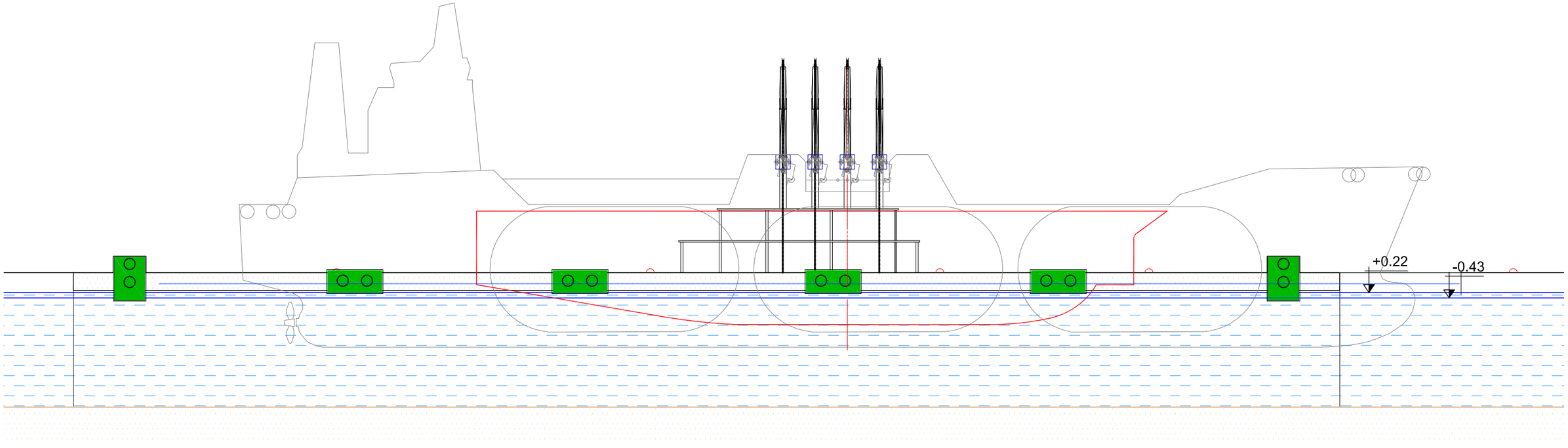


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1/500	DATE DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS AMAN BINTULU	DRAWING 01.01 SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH LEVEL COMBINATION

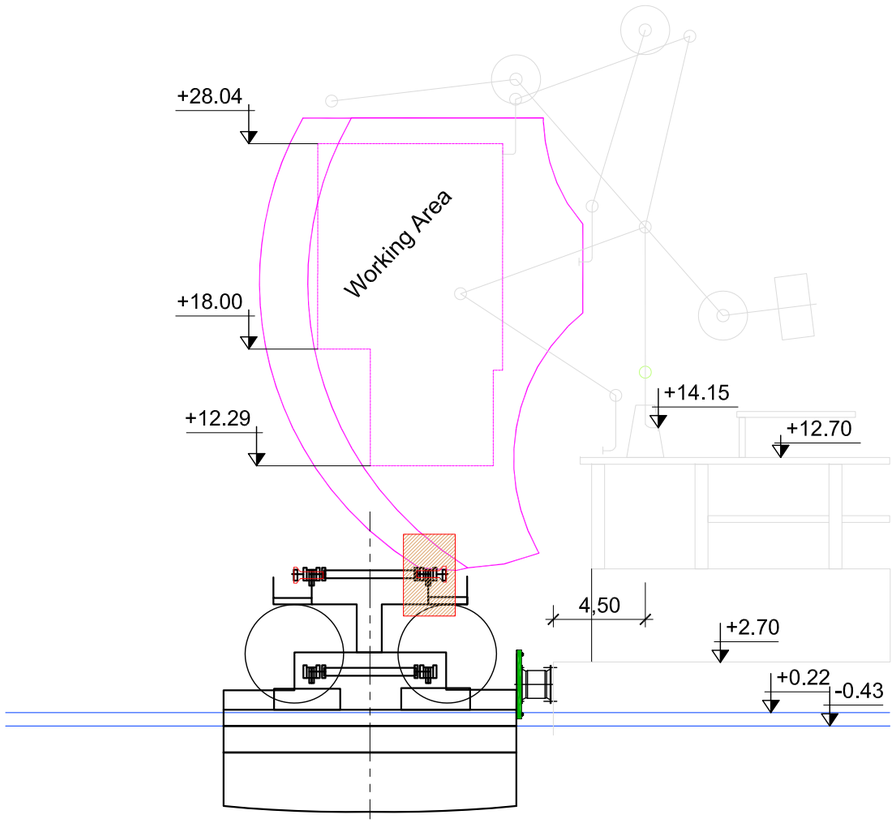


LOADED AND LOW WATER COMBINATION

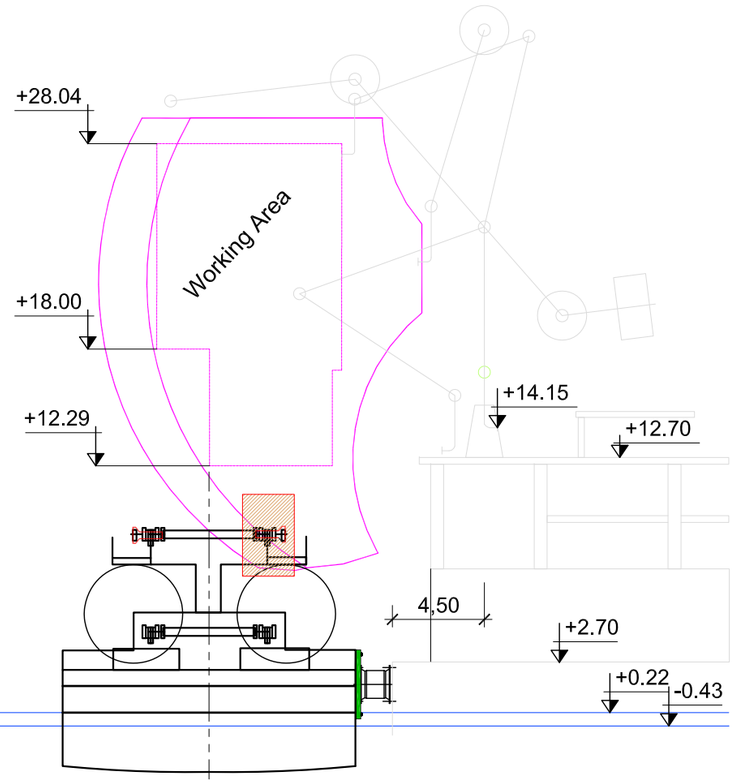
	COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1/500	DATE DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS WSK50 20K	DRAWING 01.01 SHEET 1 OF 1

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

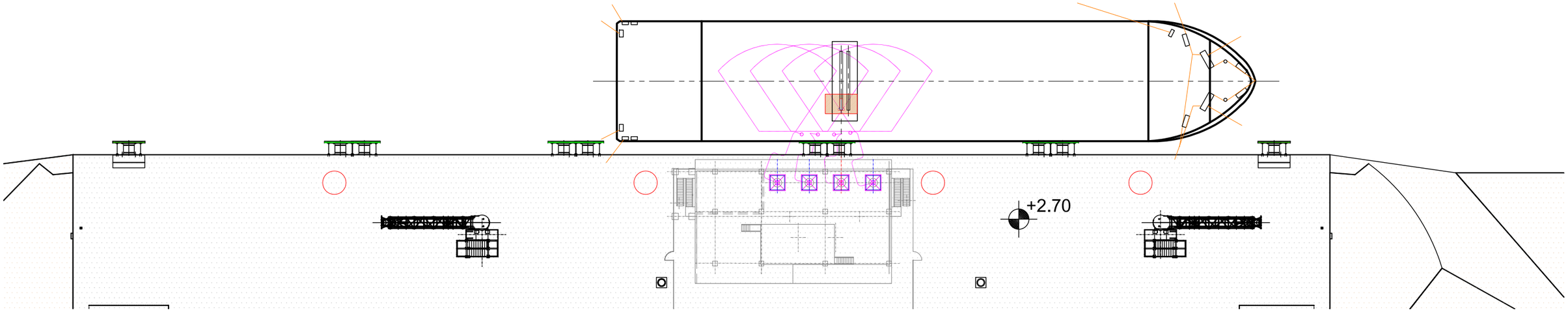
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH LNG TRANSFER ARMS



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

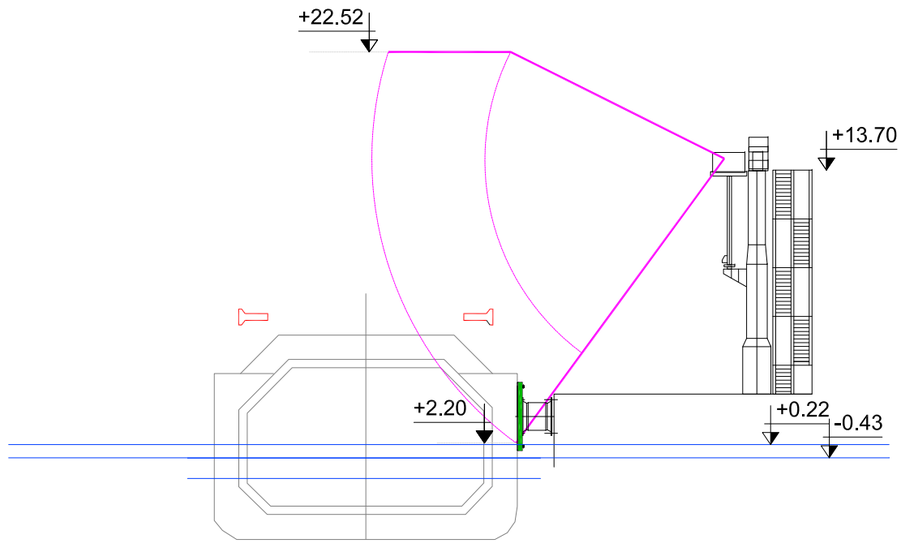


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

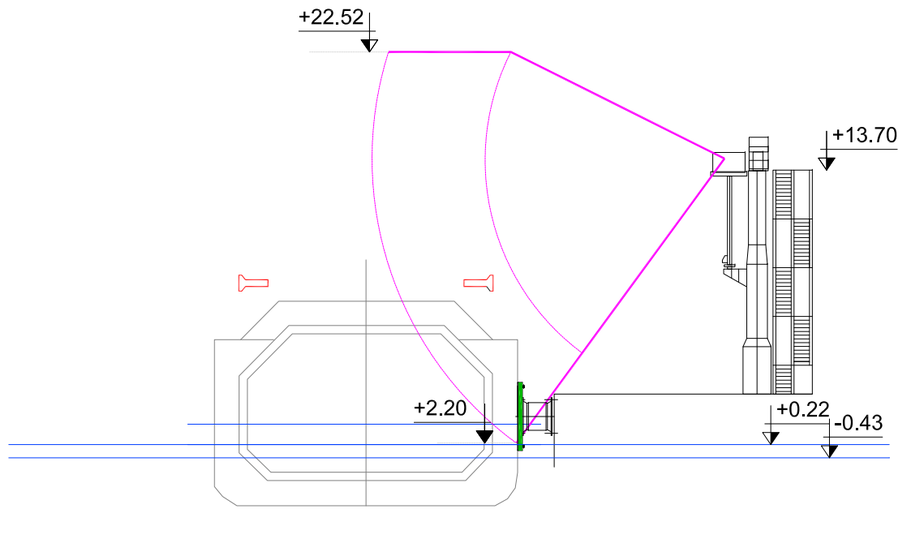


PLAN VIEW
ESCALA 1:500

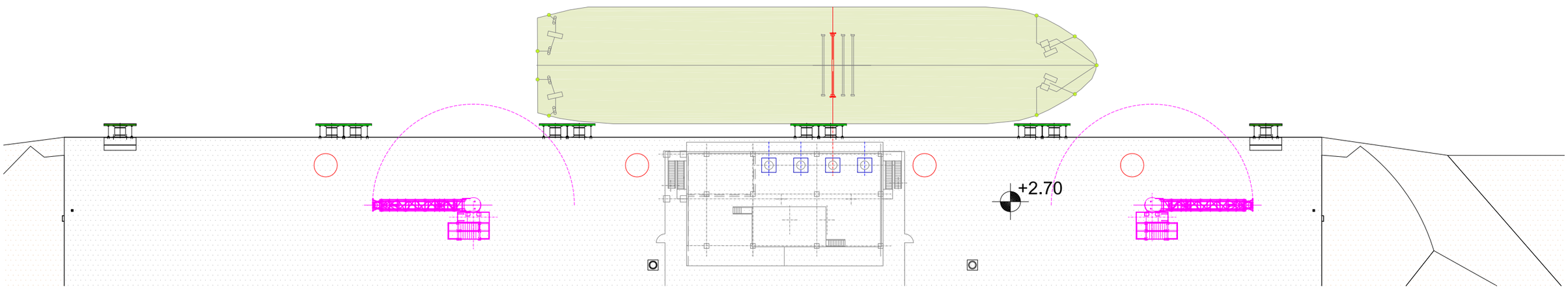
	COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	COMPATIBILITY LOADING ARMS MONTE ARUCAS DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300



PLAN VIEW
ESCALA 1:500

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

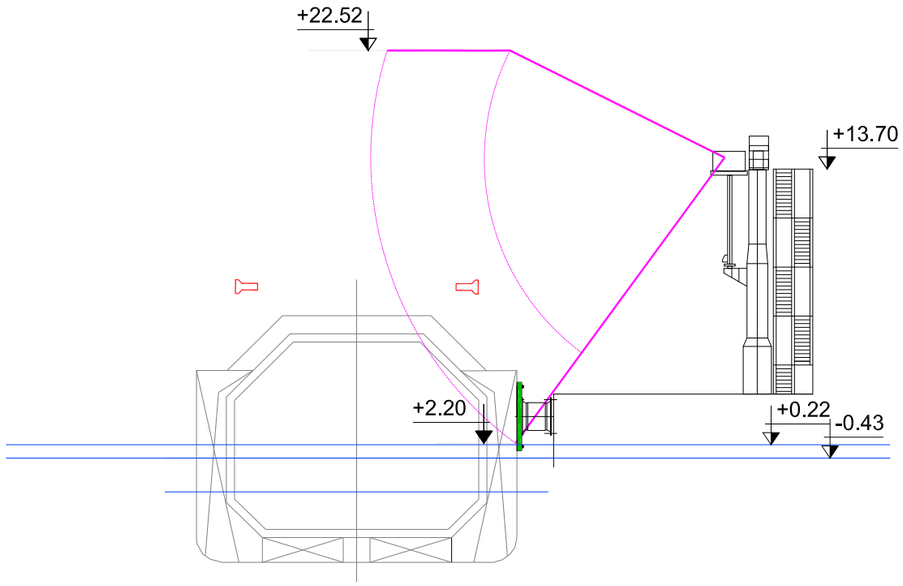
SCALE: INDICATED

DATE: DECEMBER 2015

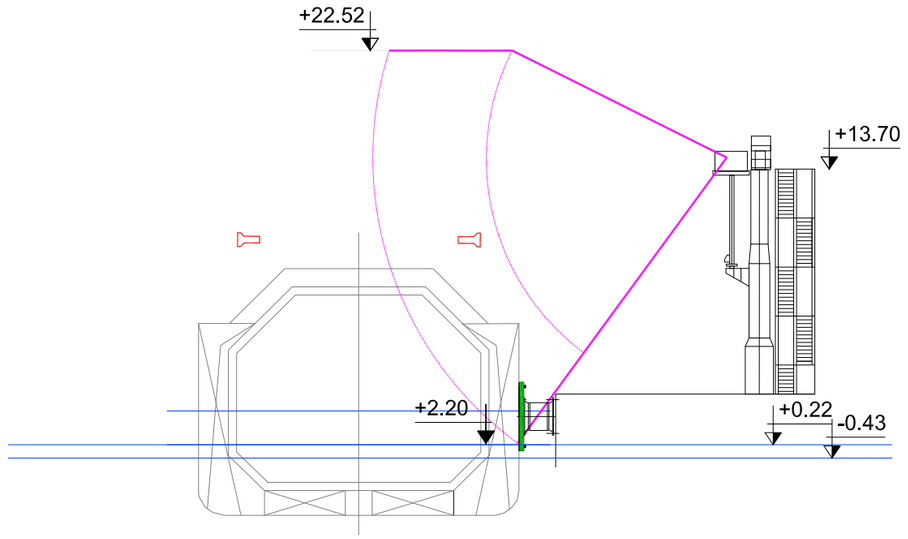
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH ACCESS GANGWAYS
2,000 m3

DRAWING 01.01

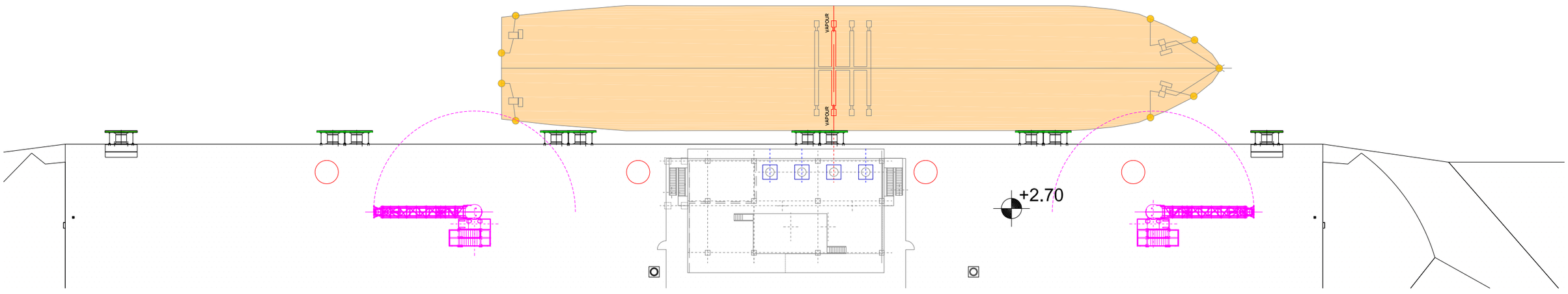
SHEET 1 OF 1



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300



PLAN VIEW
ESCALA 1:500

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

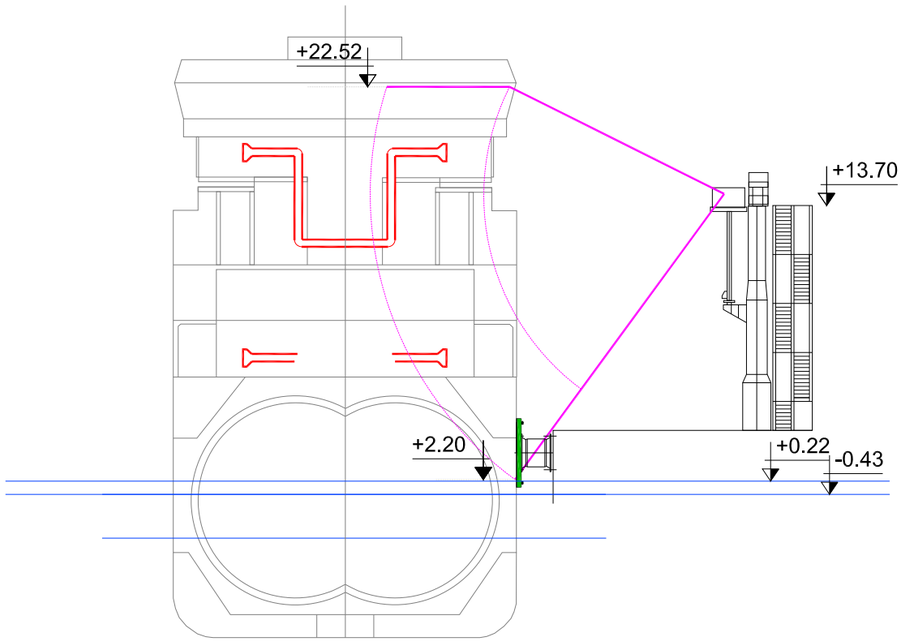
SCALE: INDICATED

DATE: DECEMBER 2015

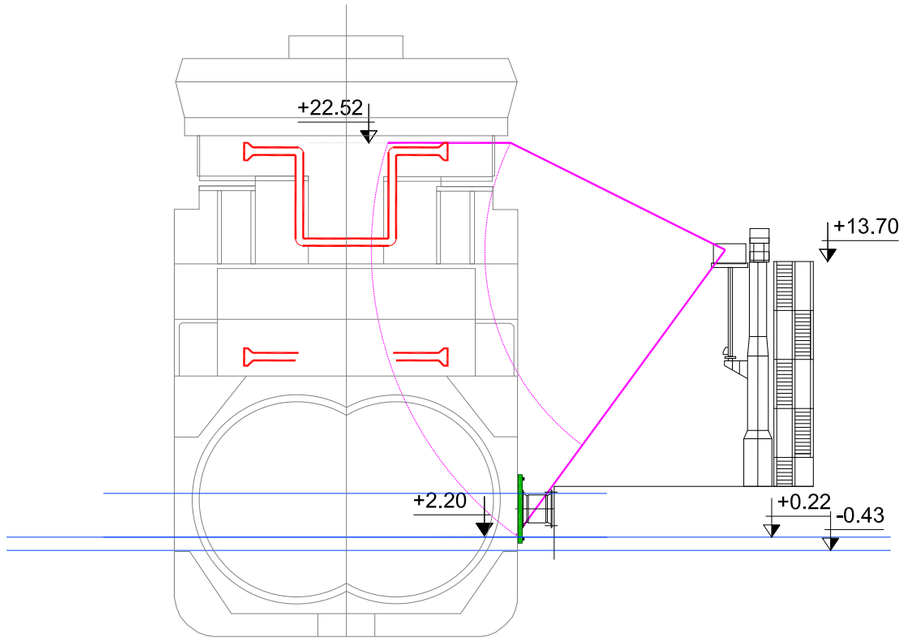
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH ACCESS GANGWAYS
4,000 m3

DRAWING 01.01

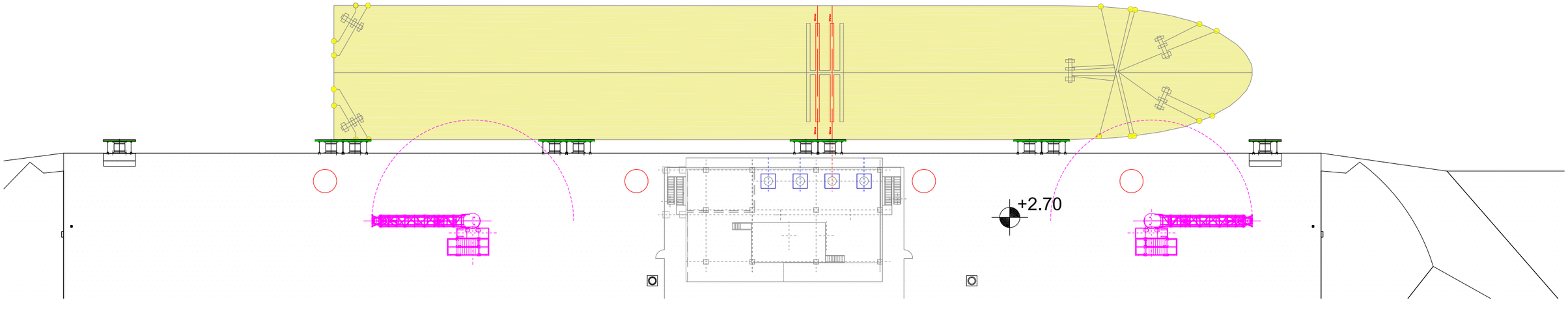
SHEET 1 OF 1



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

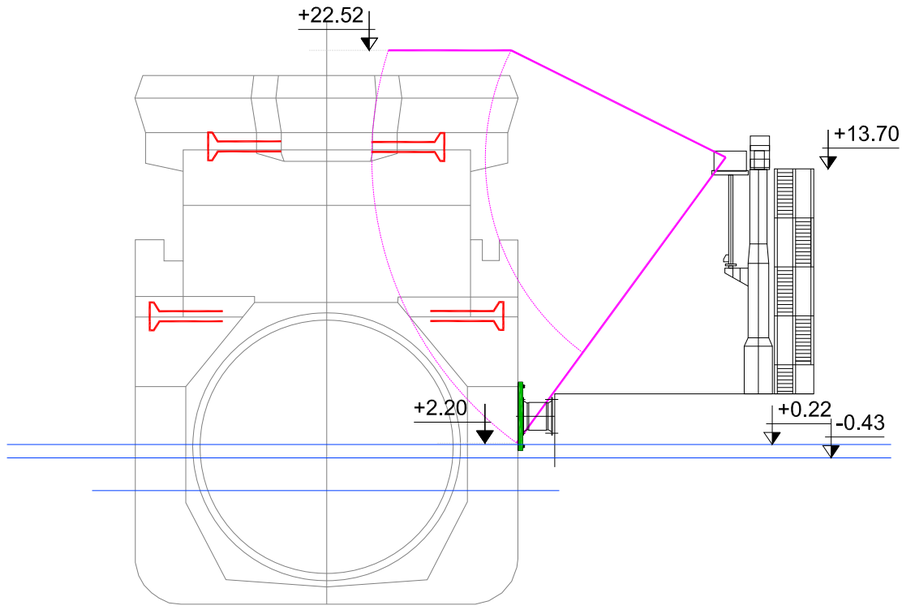


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

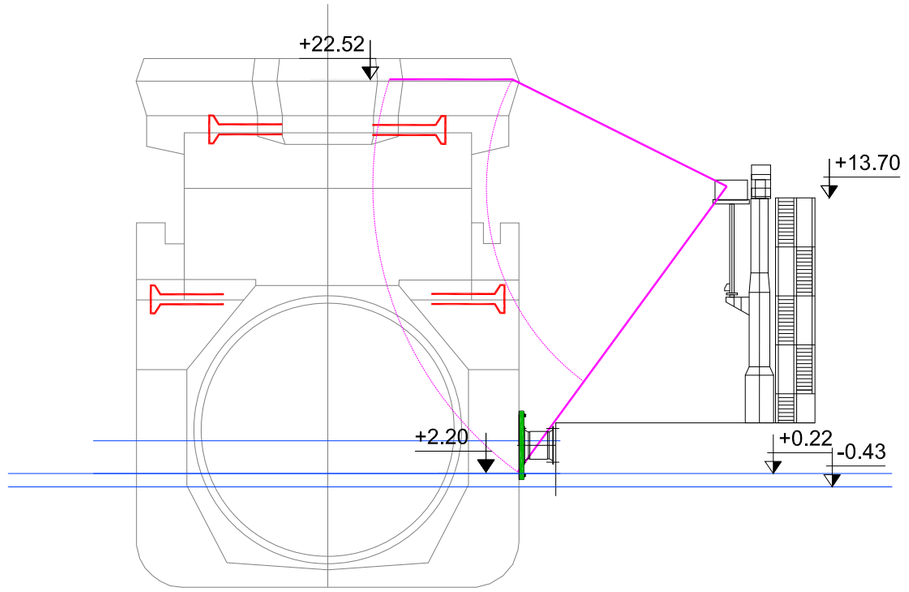


PLAN VIEW
ESCALA 1:500

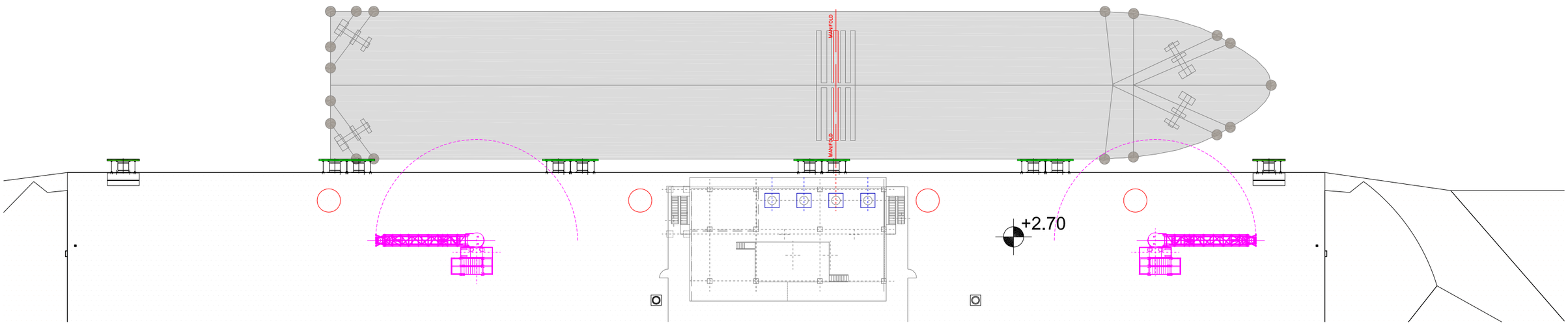
	COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH ACCESS GANGWAYS CORAL ANTHELIA	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

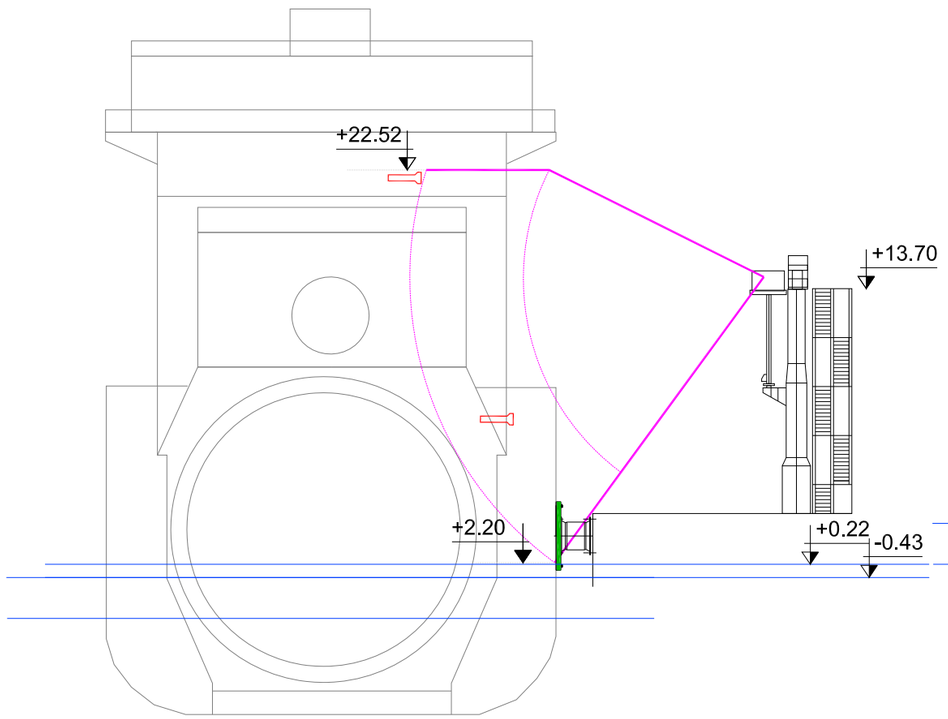


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

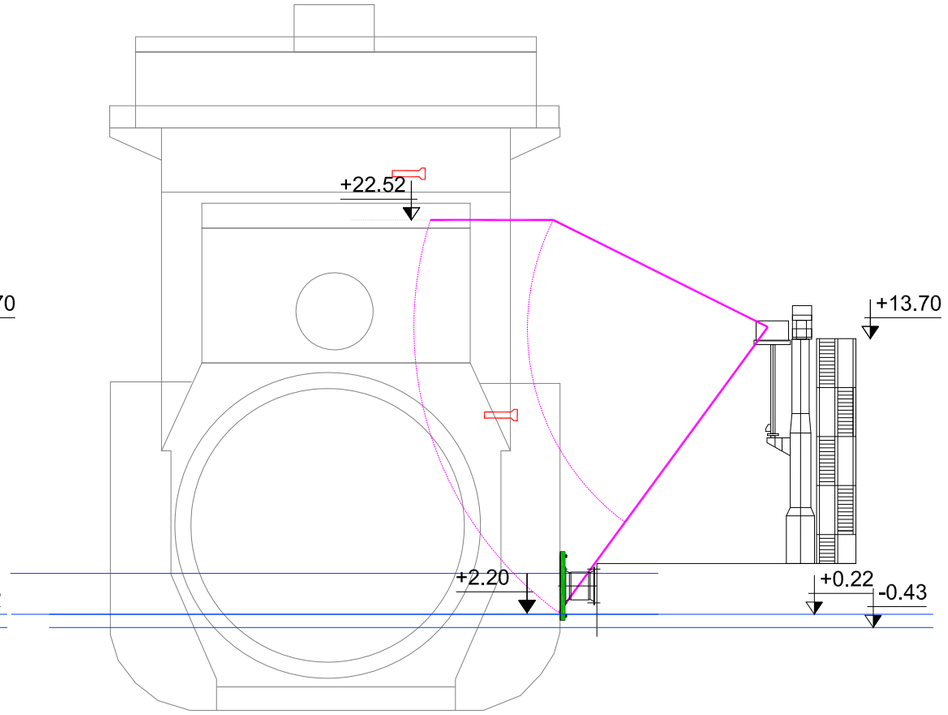


PLAN VIEW
ESCALA 1:500

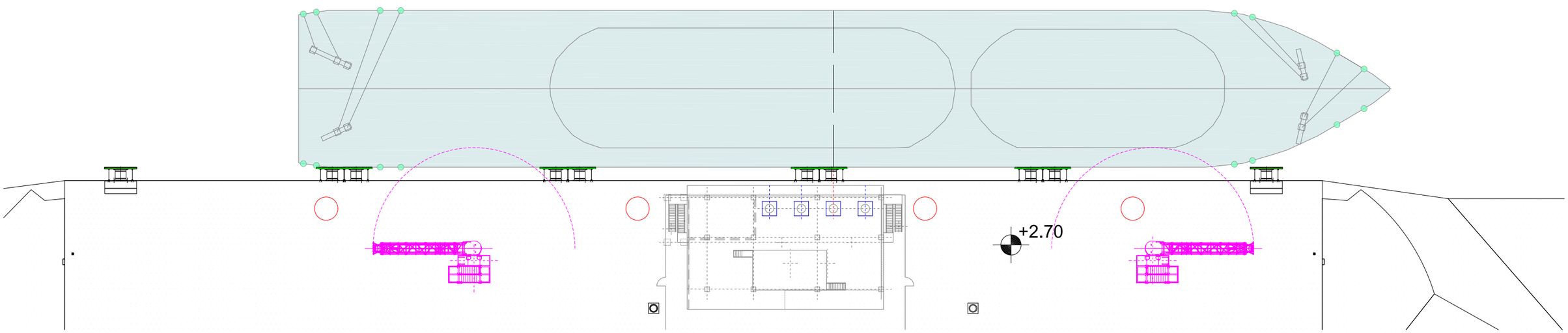
	COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH ACCESS GANGWAYS CORAL METHANE	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

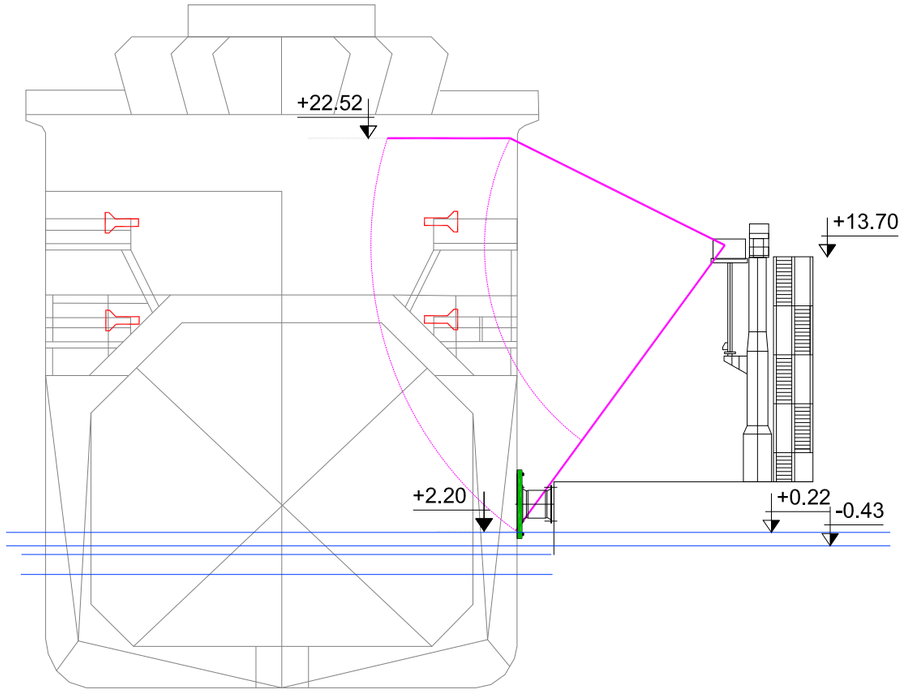


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

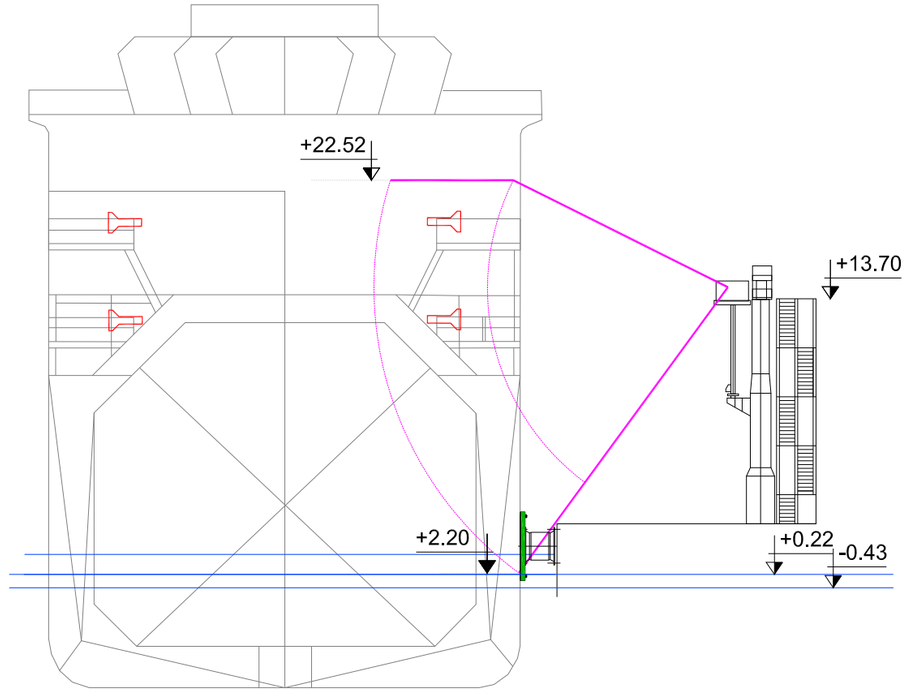


PLAN VIEW
ESCALA 1:500

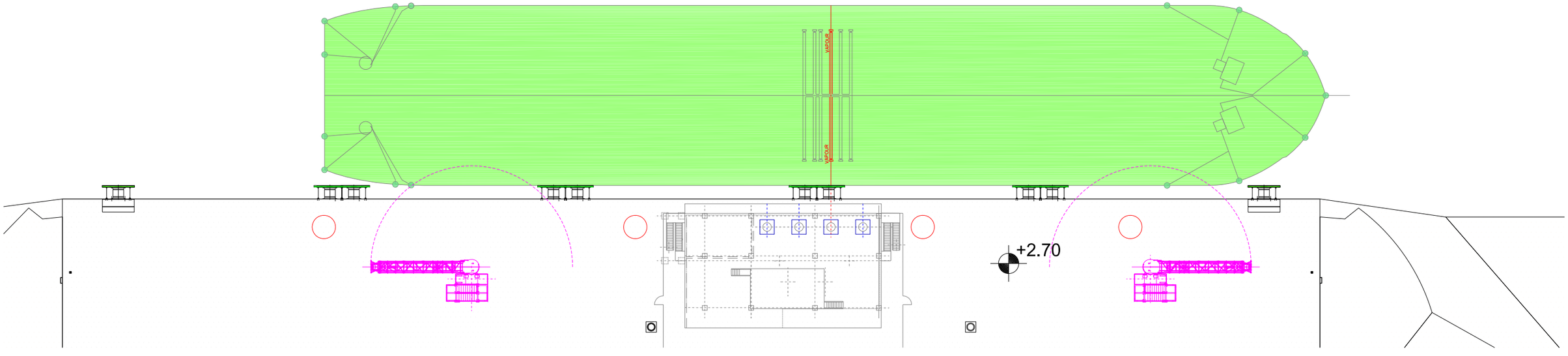
	COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH ACCESS GANGWAYS NORGAS	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

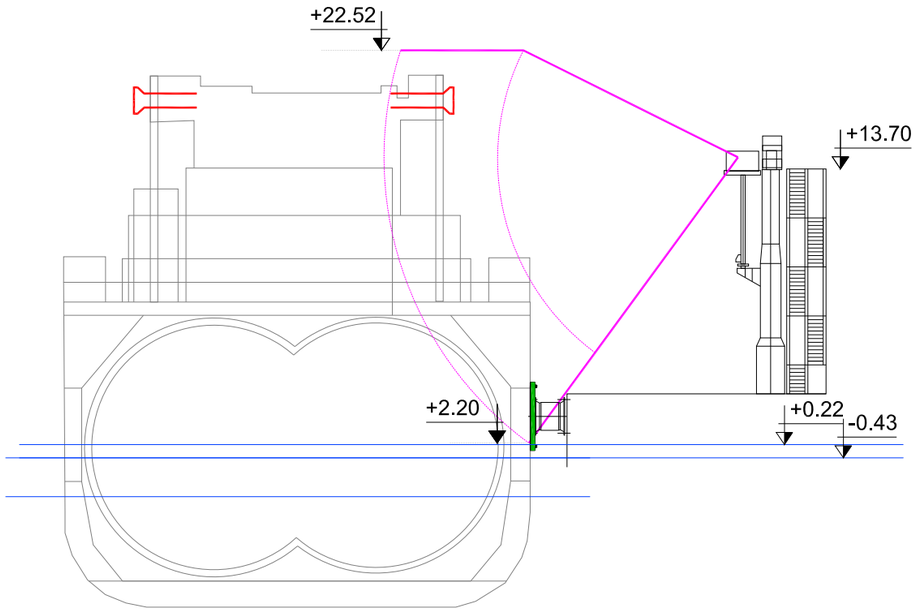


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

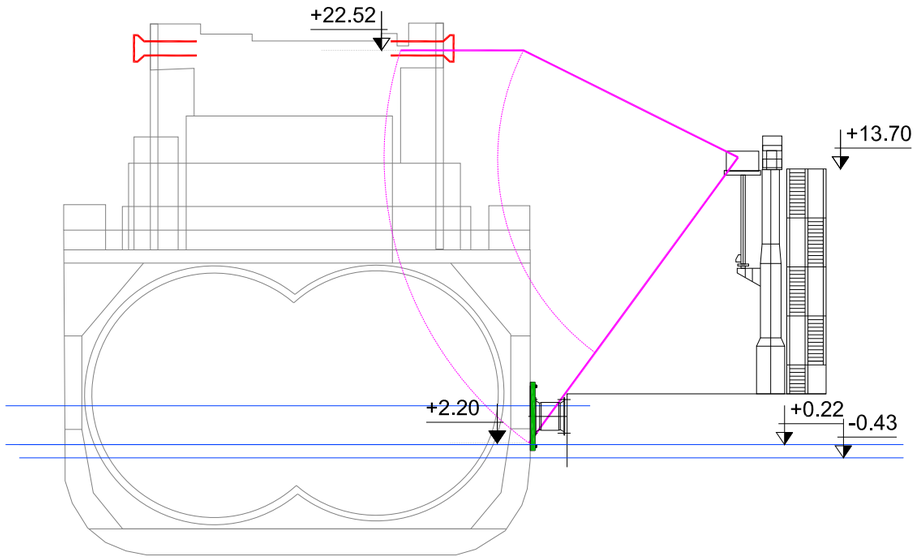


PLAN VIEW
ESCALA 1:500

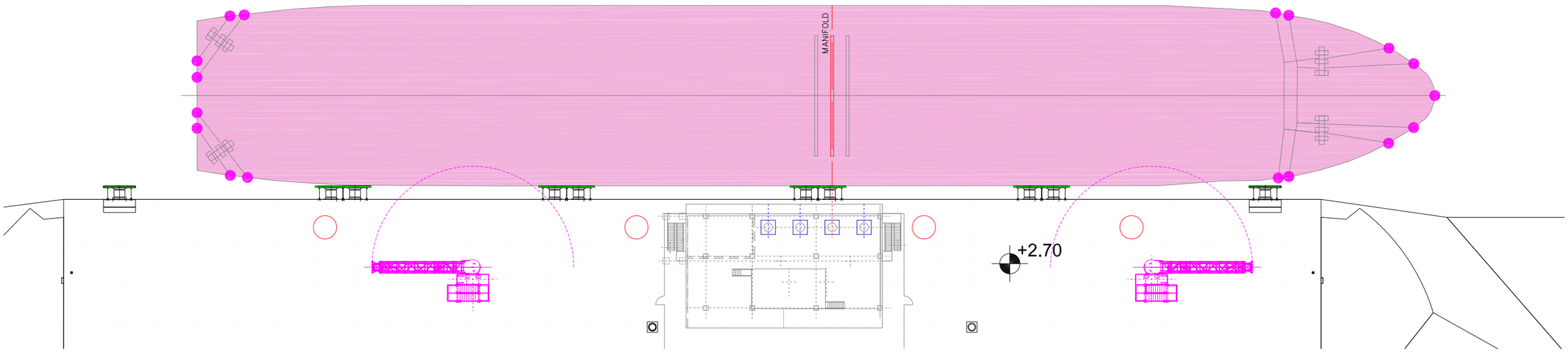
COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH ACCESS GANGWAYS 15,000 m3	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

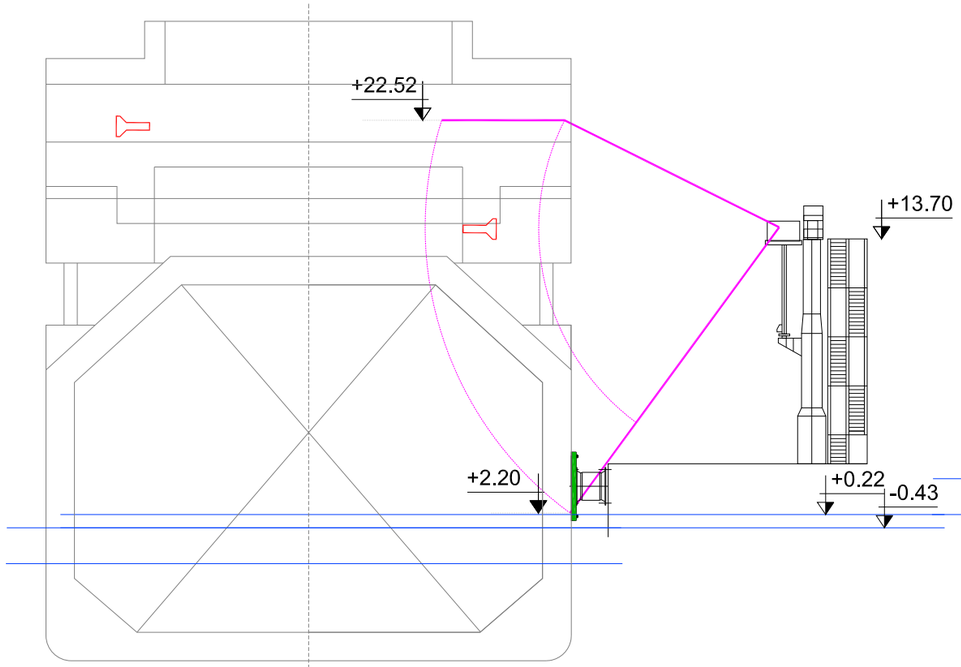


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300



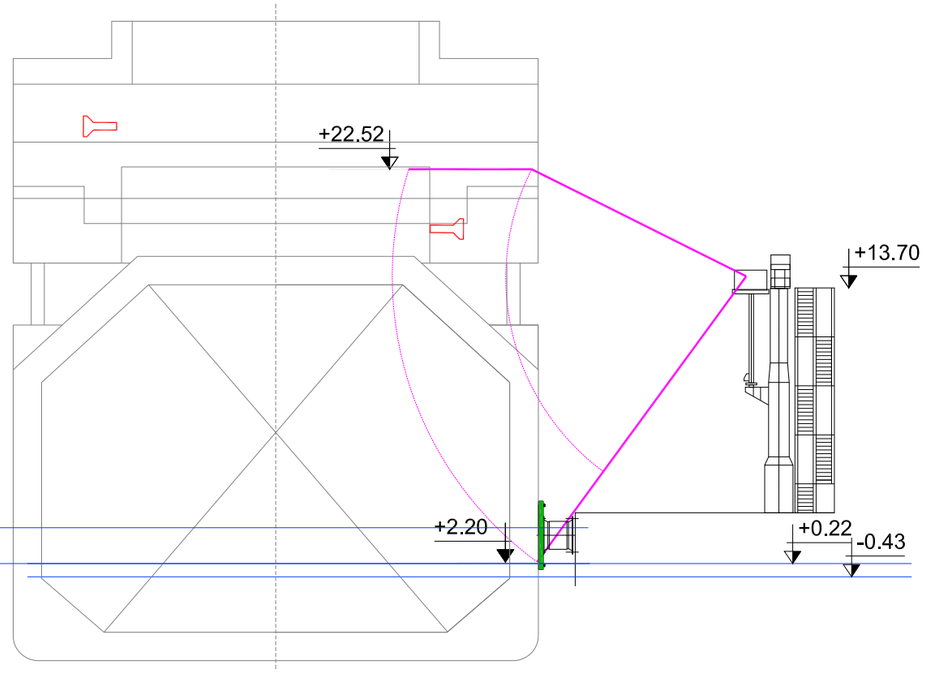
PLAN VIEW
ESCALA 1:500

	COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH ACCESS GANGWAYS CORAL ENERGY	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1



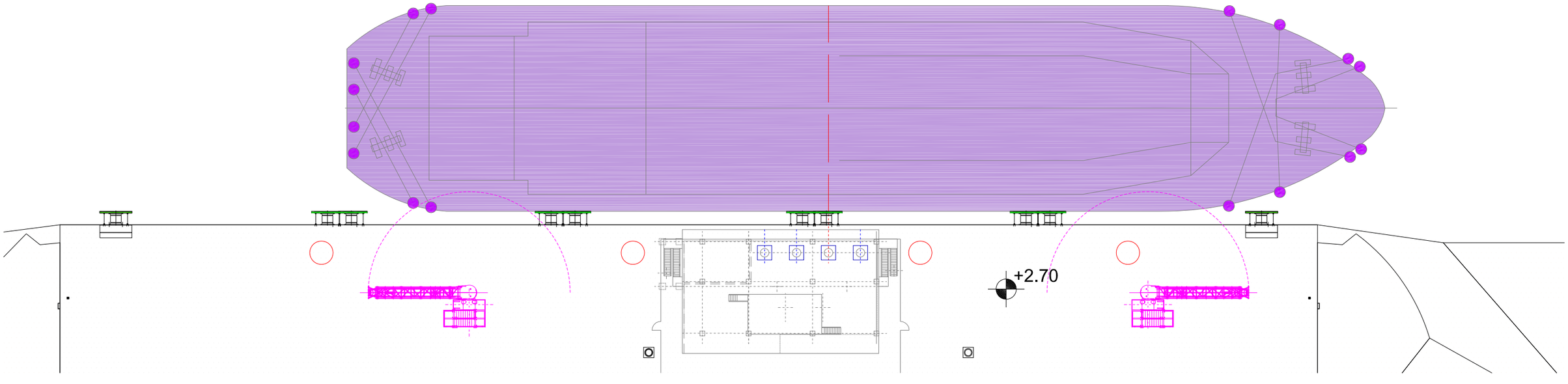
LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION

ESCALA 1:300



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION

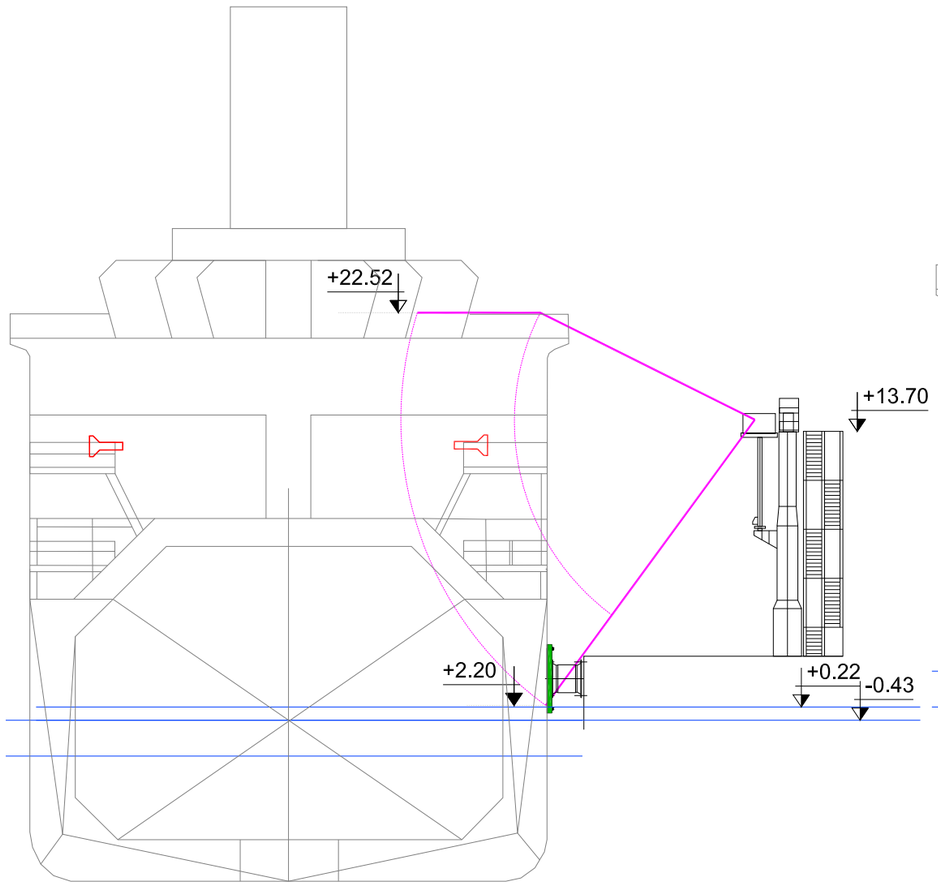
ESCALA 1:300



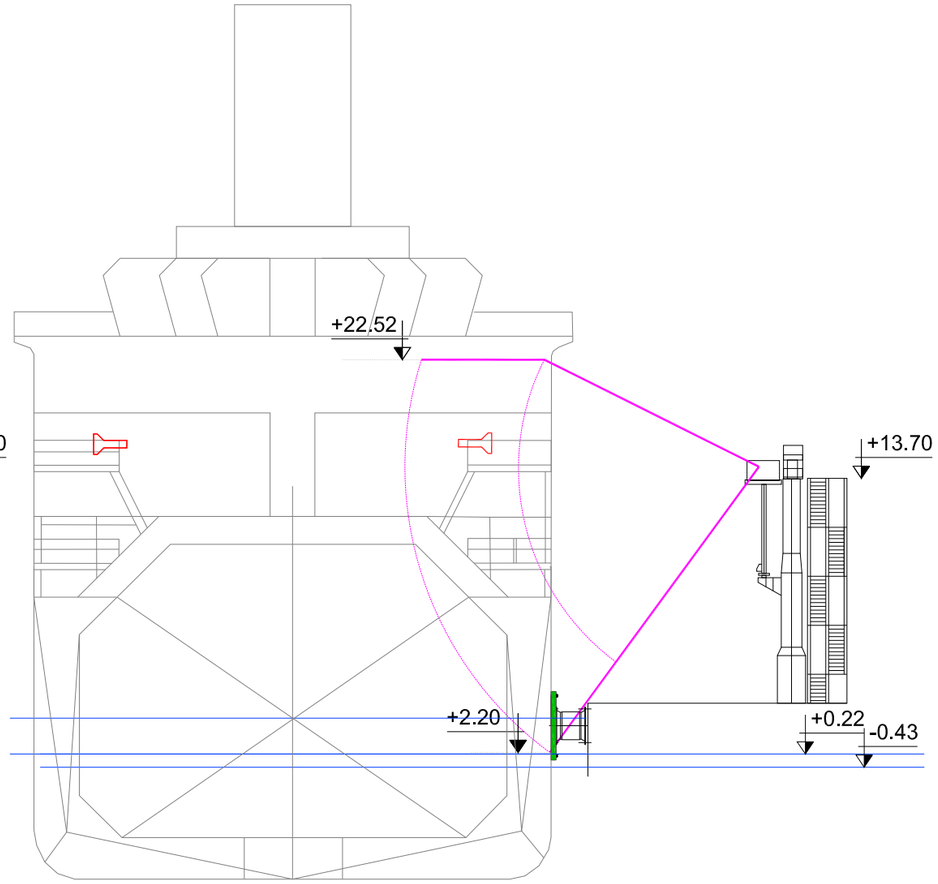
PLAN VIEW

ESCALA 1:500

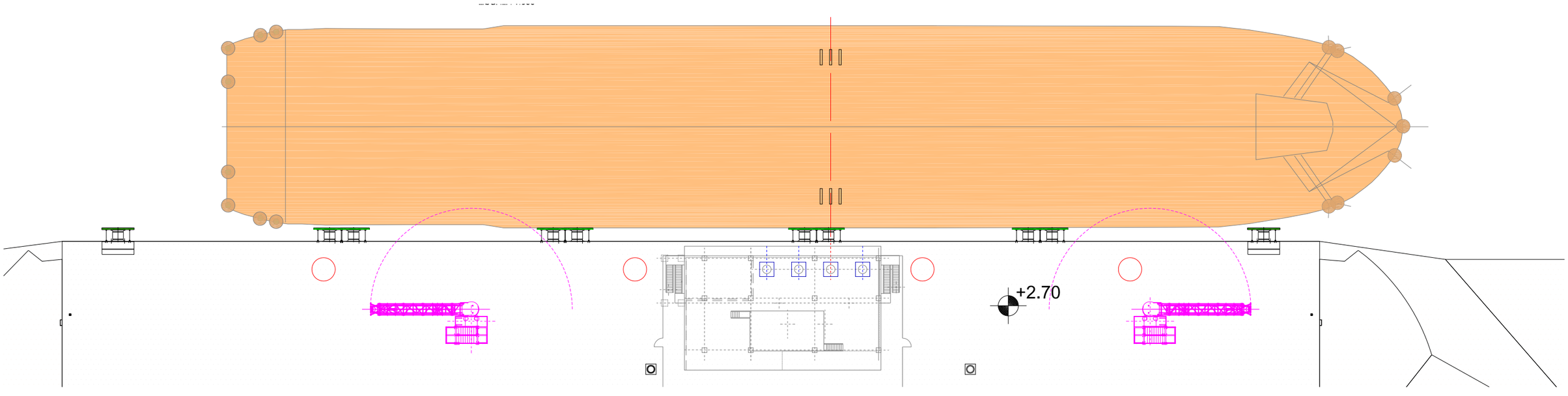
	COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH ACCESS GANGWAYS AMAN BINTULU	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

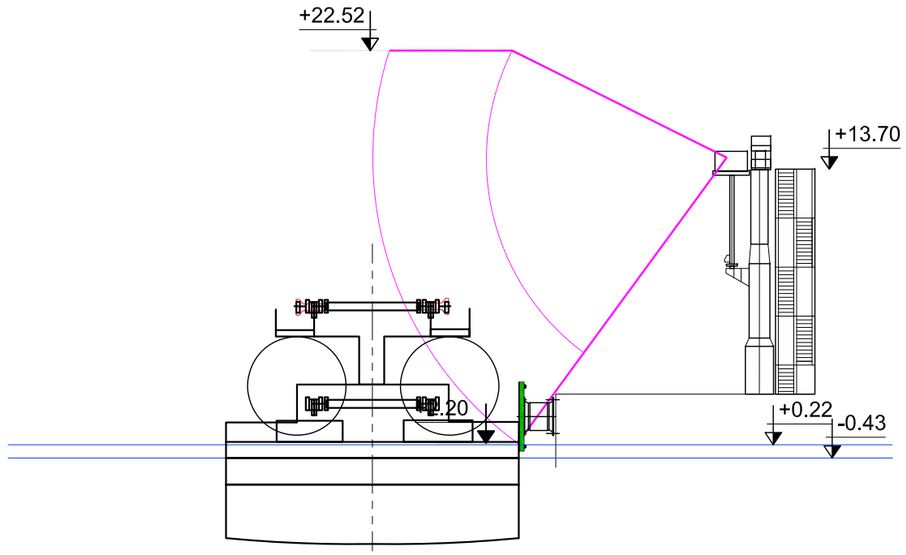


PLAN VIEW
ESCALA 1:500

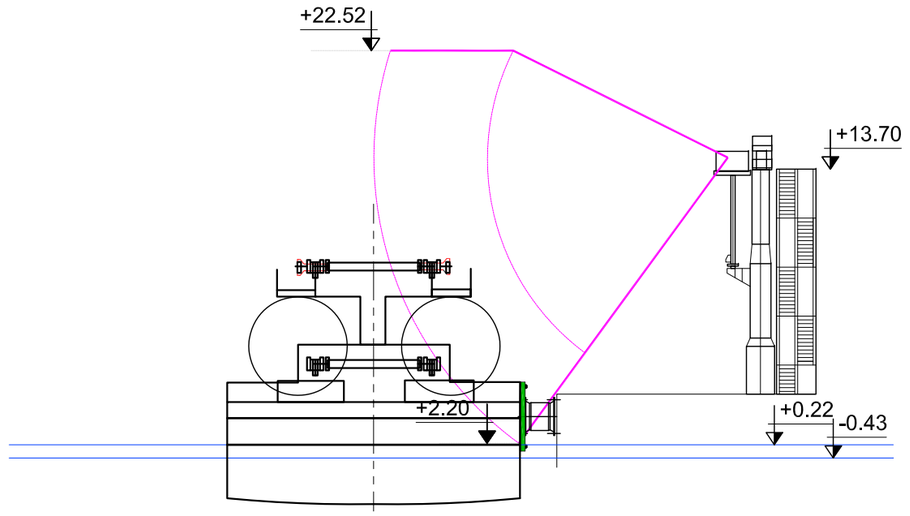
	COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH ACCESS GANGWAYS WSK50 20K	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

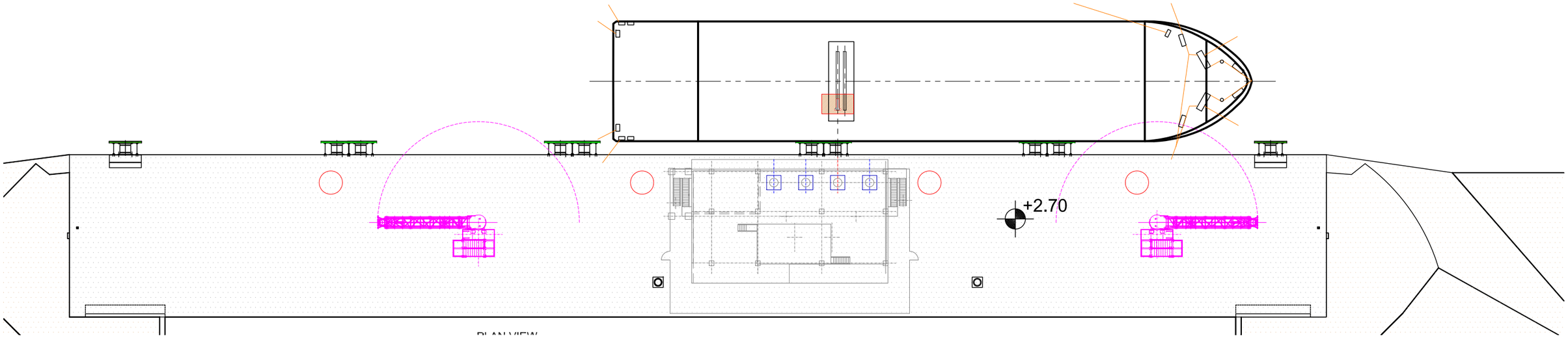
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH ACCESS GANGWAYS



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

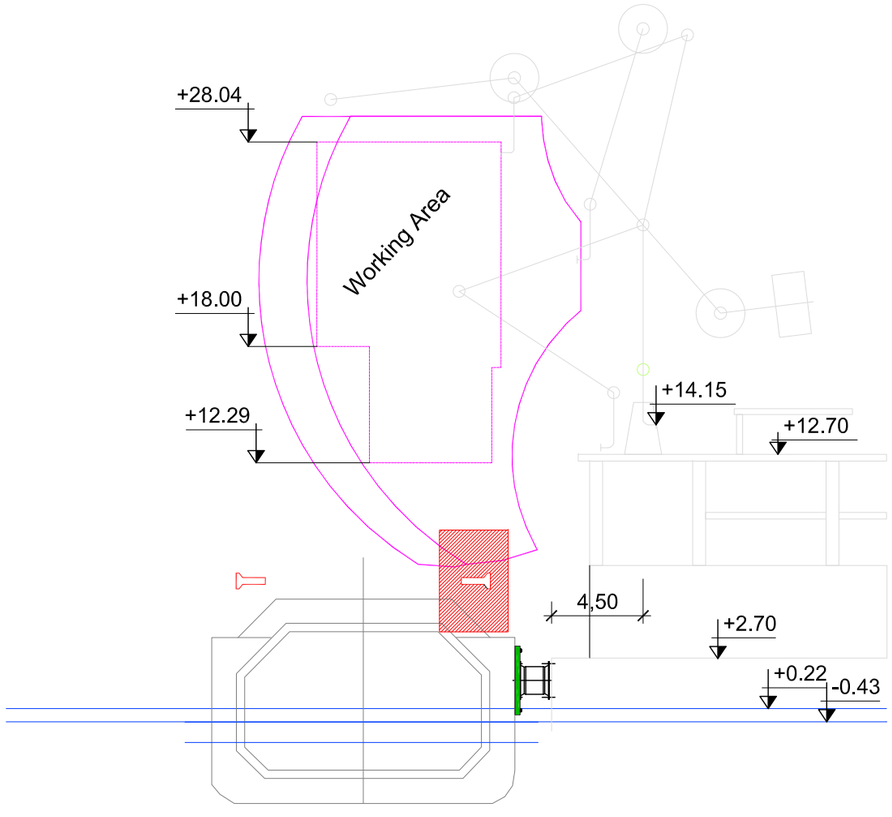


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

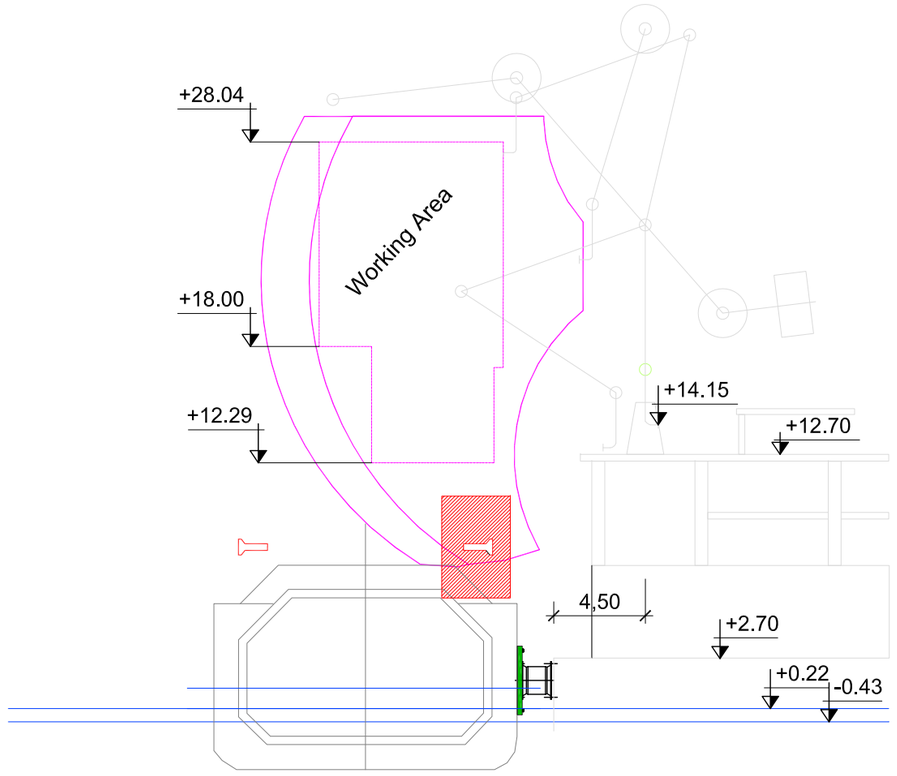


PLAN VIEW
ESCALA 1:500

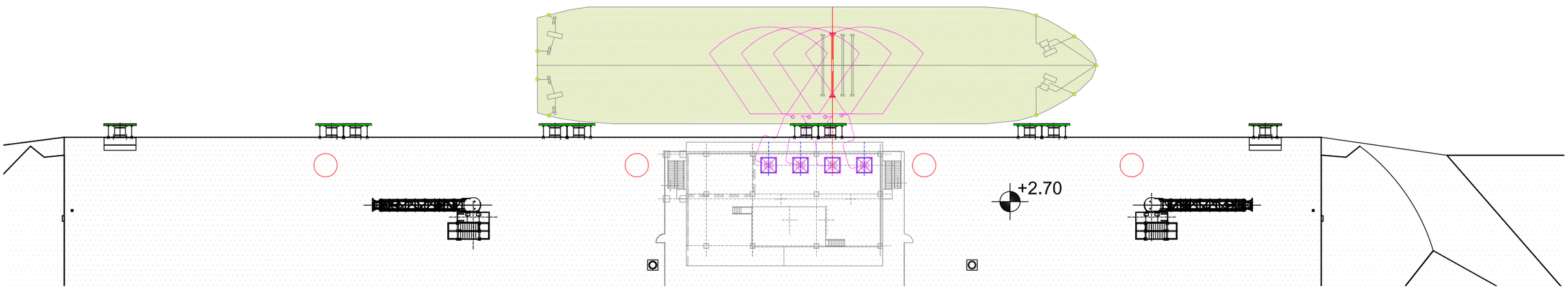
	COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH ACCESS GANGWAYS MONTE ARUCAS	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1



LOAD AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

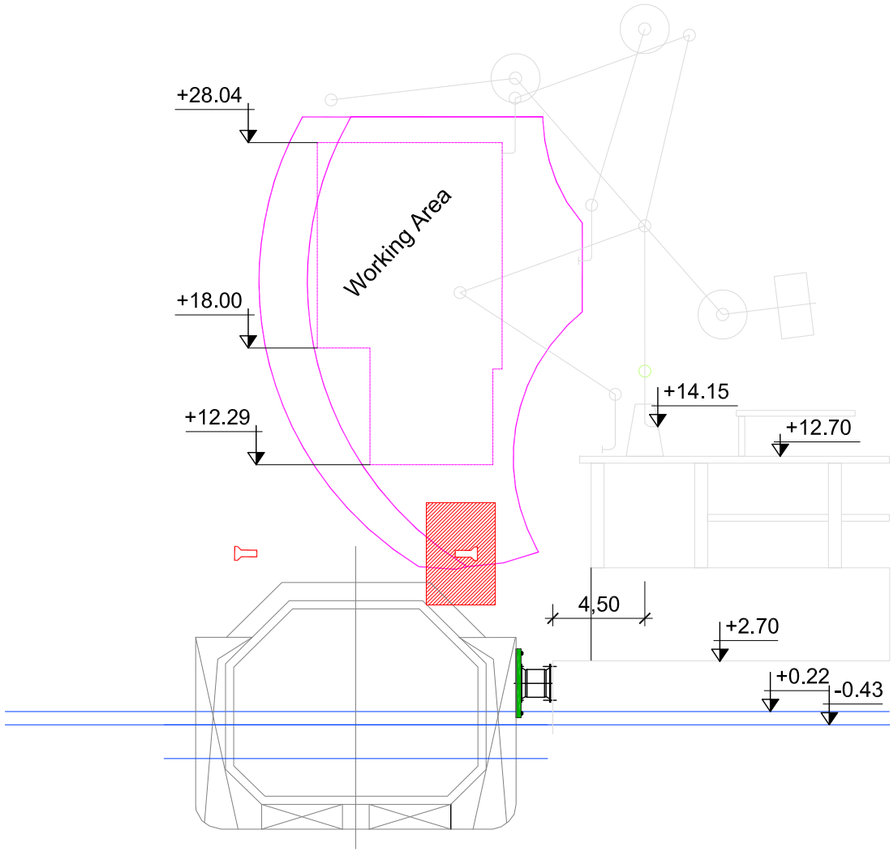


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

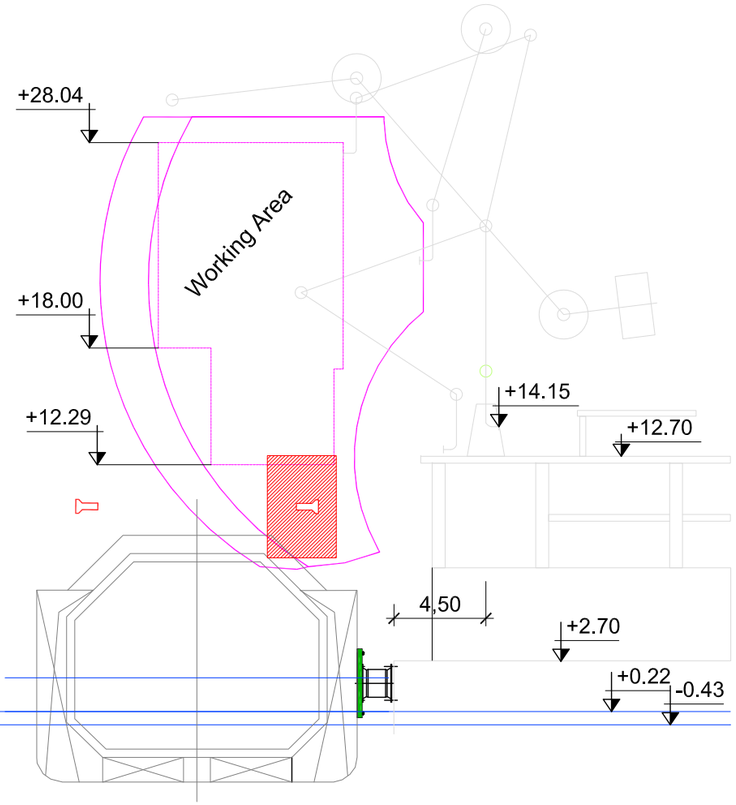


PLAN VIEW
ESCALA 1:500

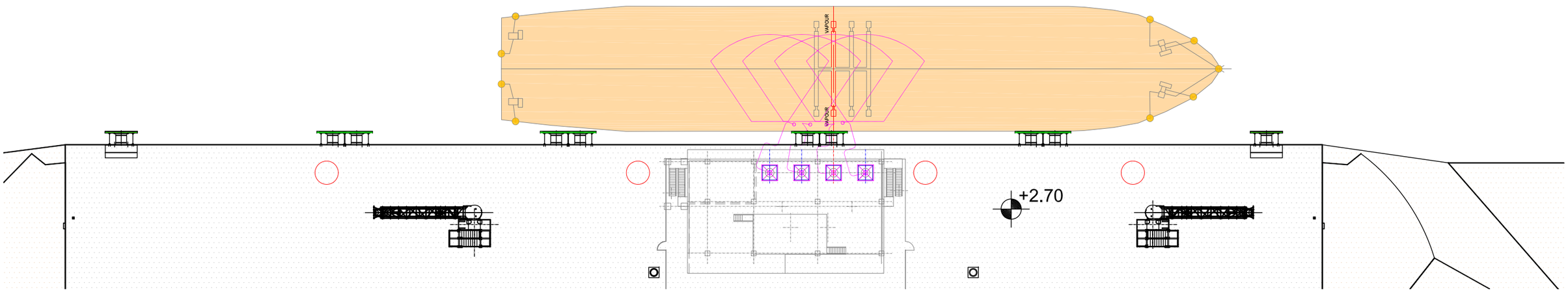
COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	COMPATIBILITY LOADING ARMS 2,000 m3	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1



LOAD AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

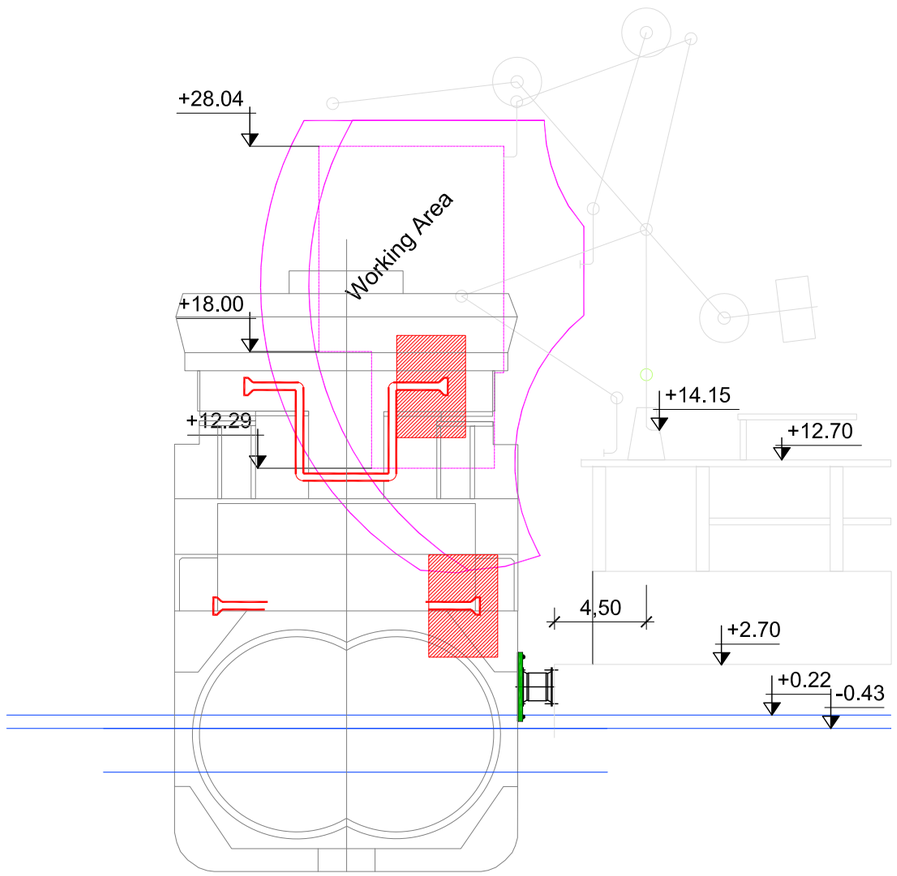


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

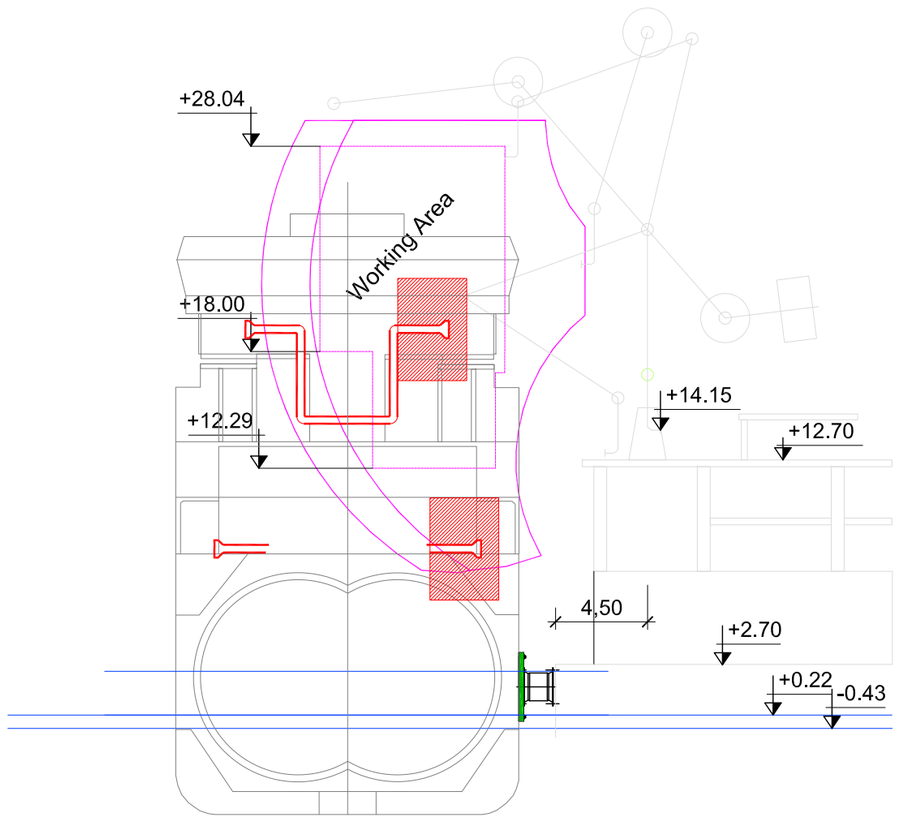


PLAN VIEW
ESCALA 1:500

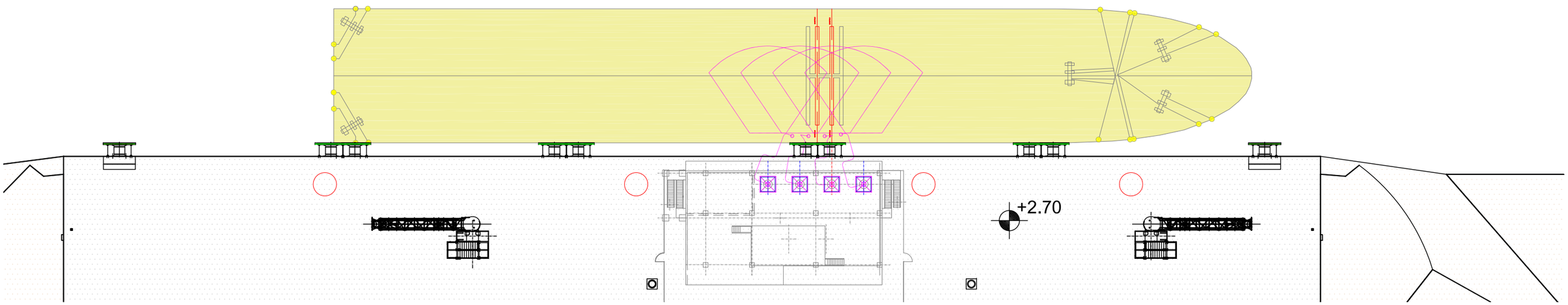
	COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	COMPATIBILITY LOADING ARMS 4,000 m3	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1



LOAD AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

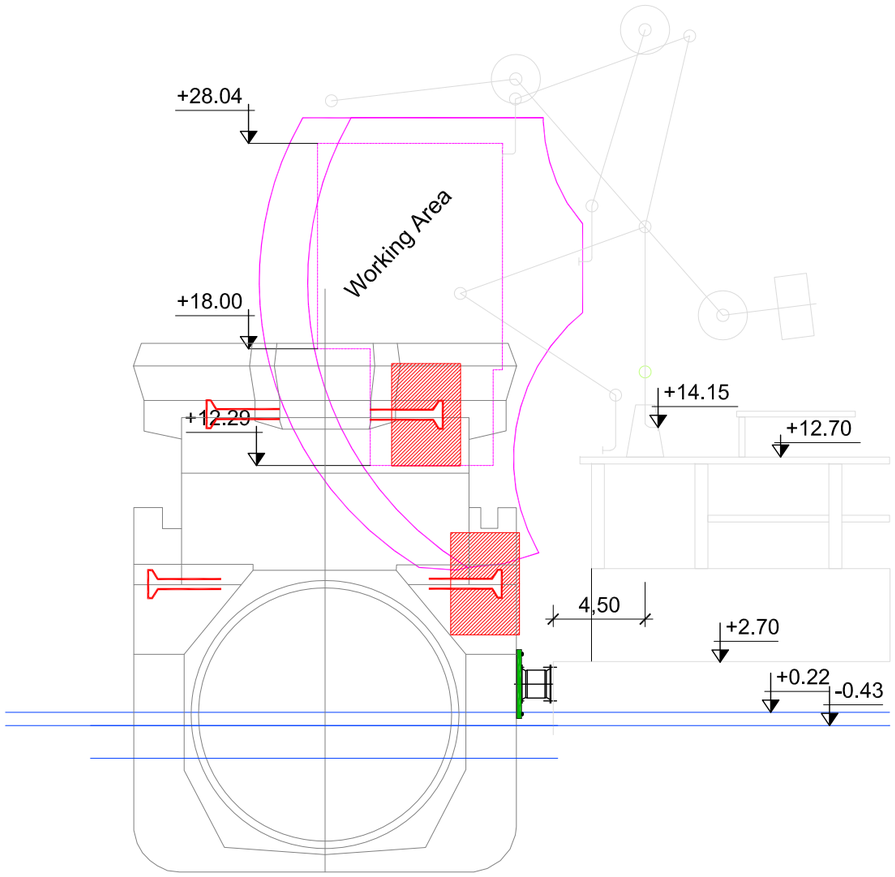


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

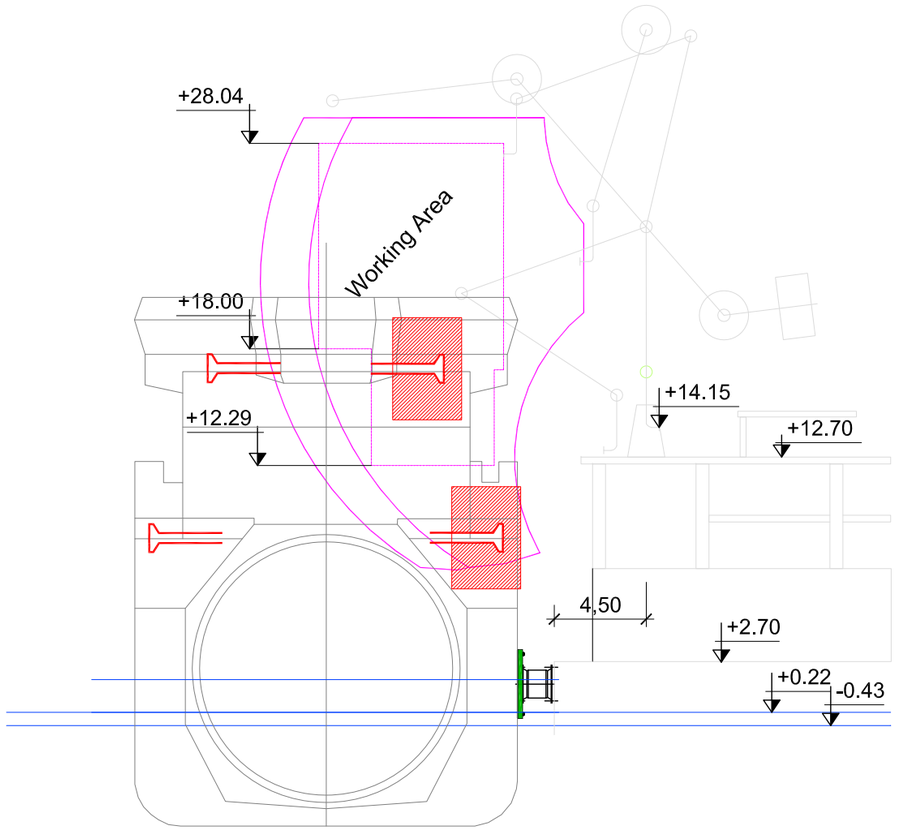


PLAN VIEW
ESCALA 1:500

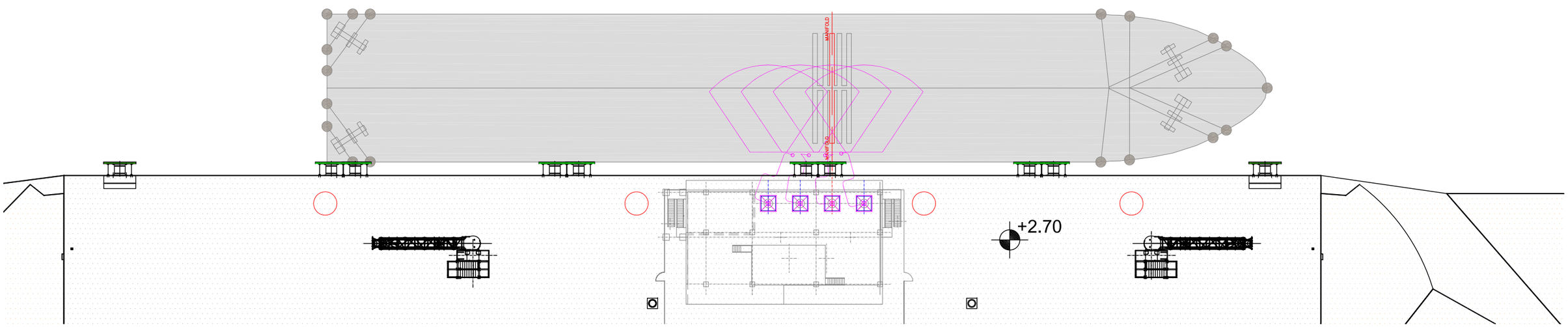
COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING CONFIGURATION CORAL ANTHELIA	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1



LOAD AND LOW TIDECOMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

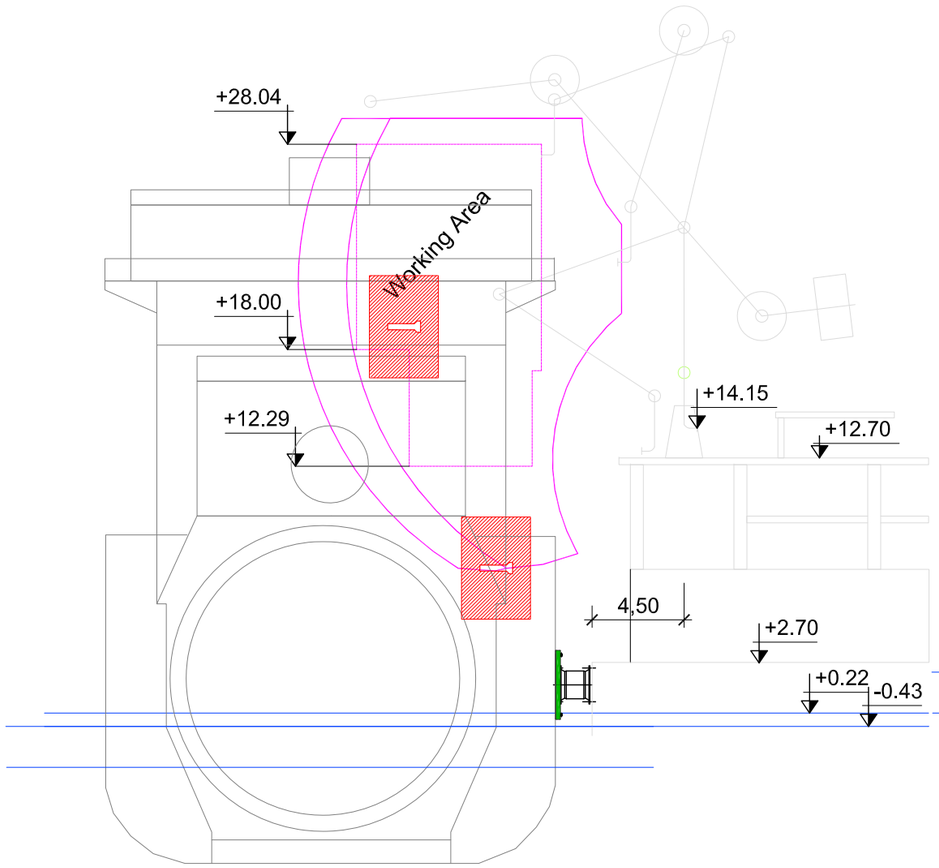


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

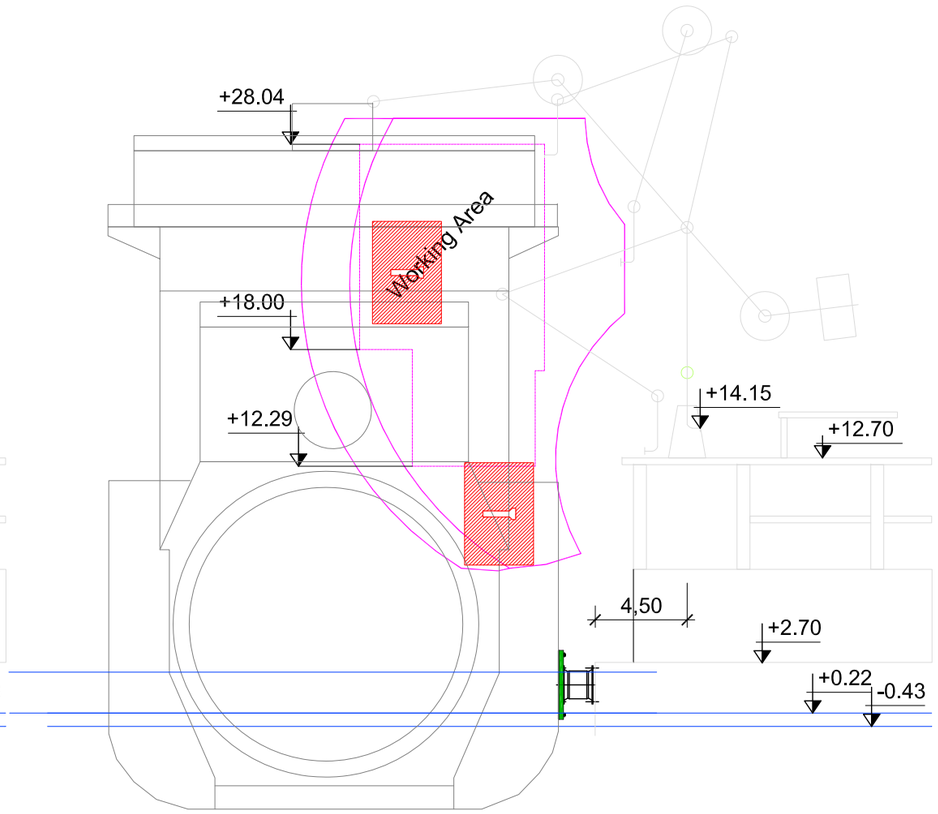


PLAN VIEW
ESCALA 1:500

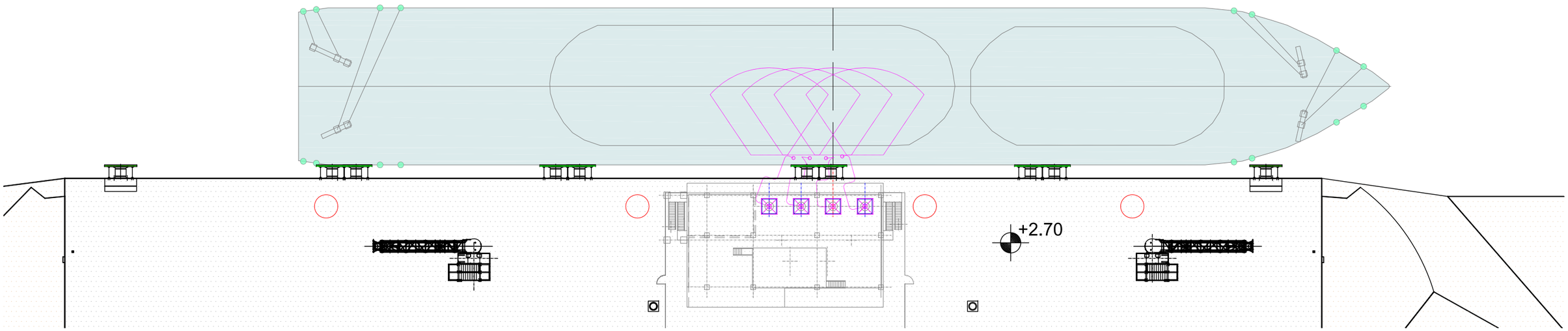
COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	COMPATIBILITY LOADING ARMS CORAL METHANE	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1



LOAD AND LOW TIDECOMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

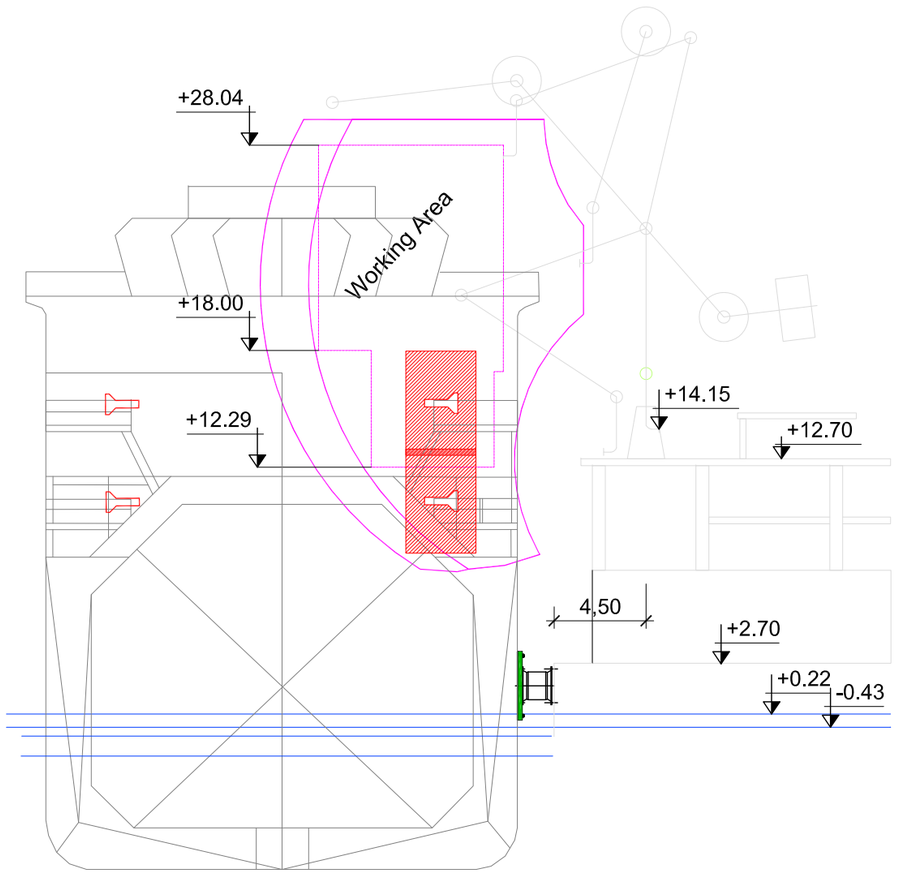


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

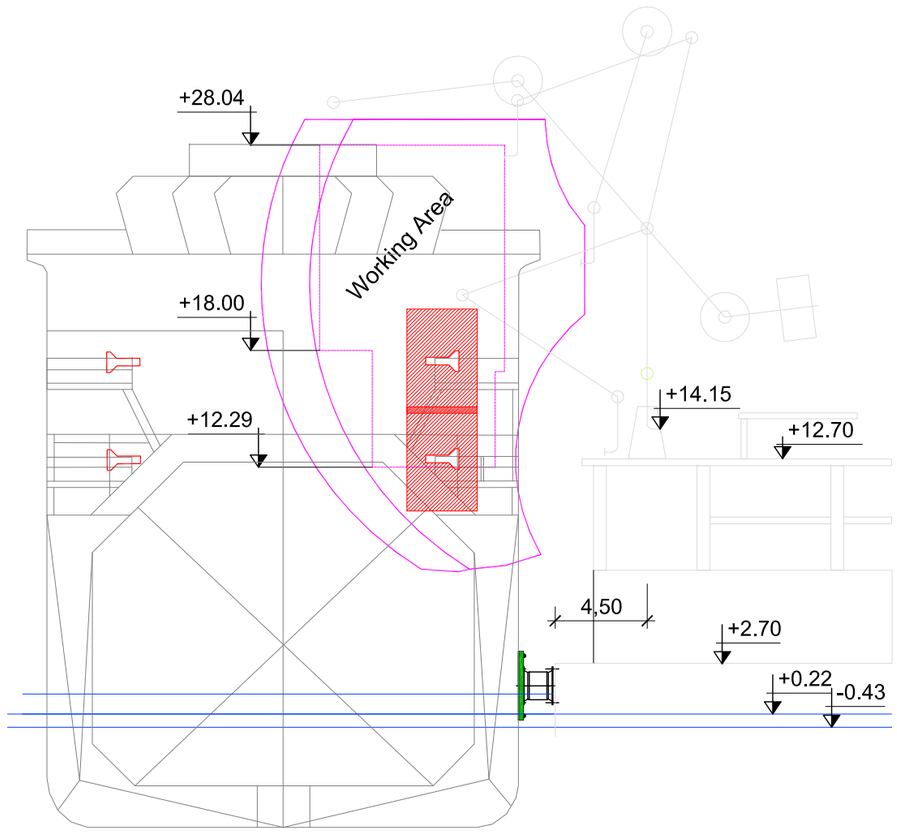


PLAN VIEW
ESCALA 1:500

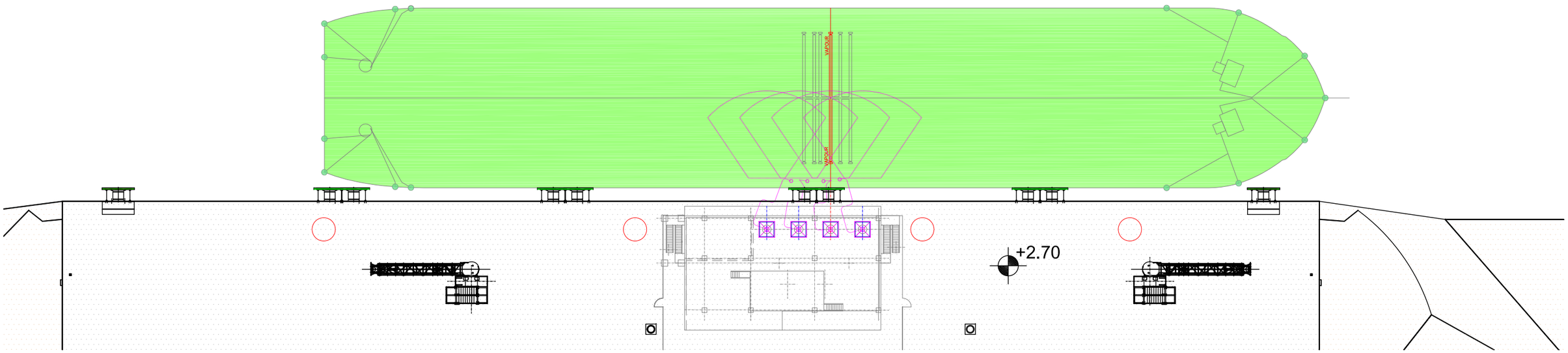
COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING CONFIGURATION NORGAS	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1



LOAD AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

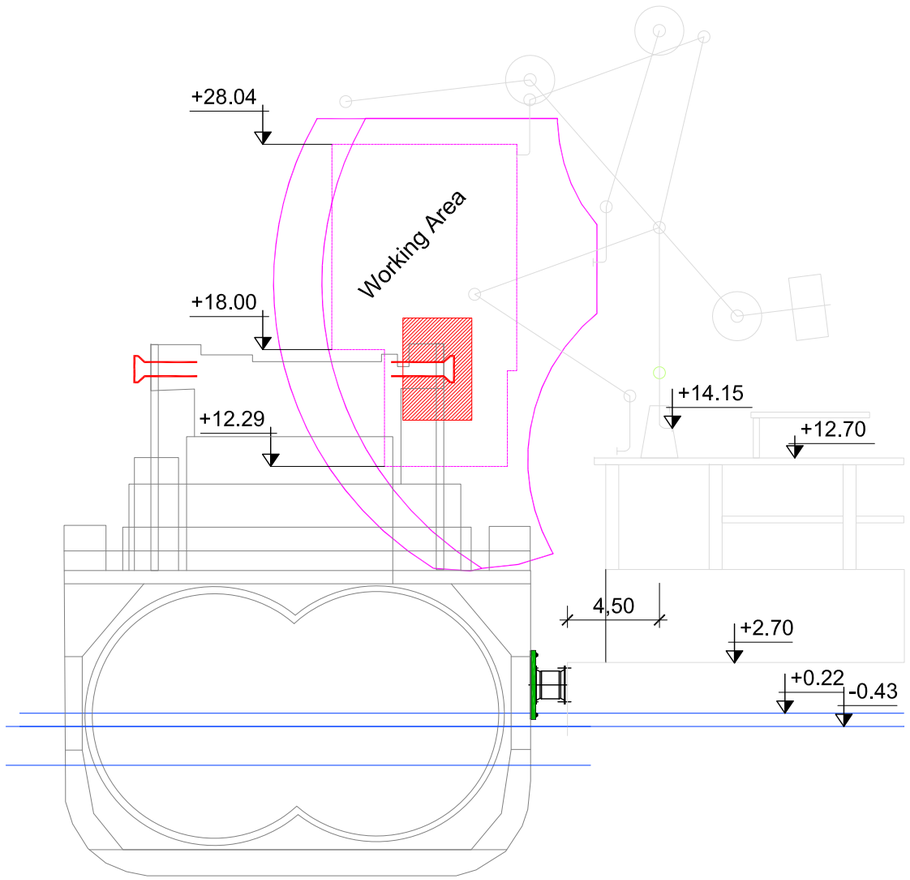


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

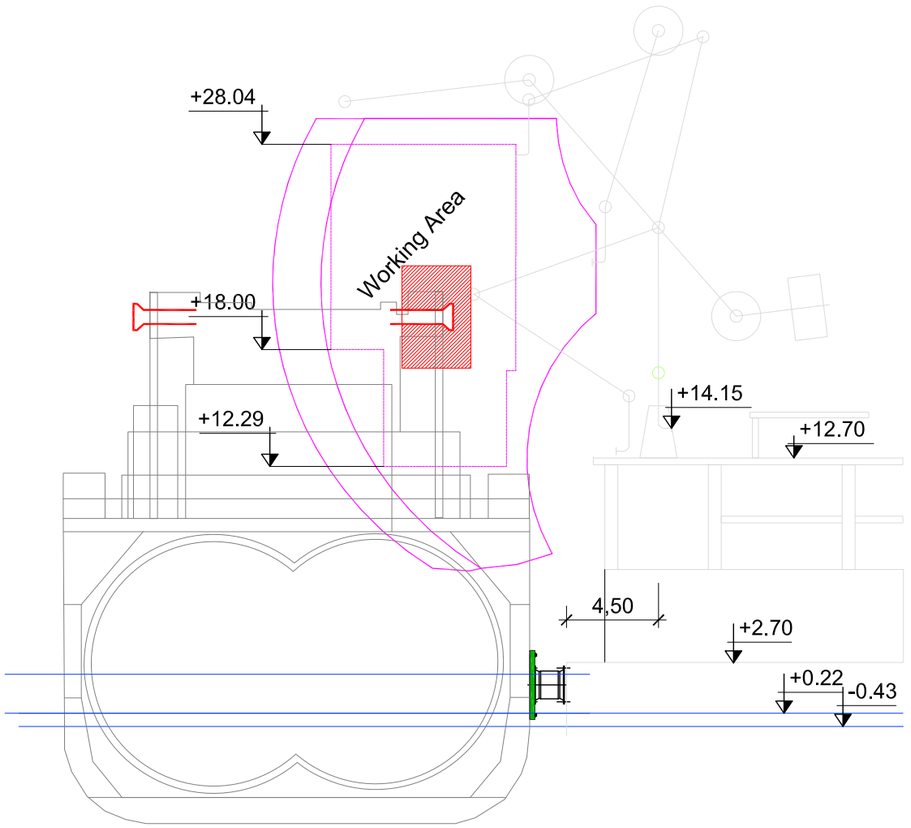


PLAN VIEW
ESCALA 1:500

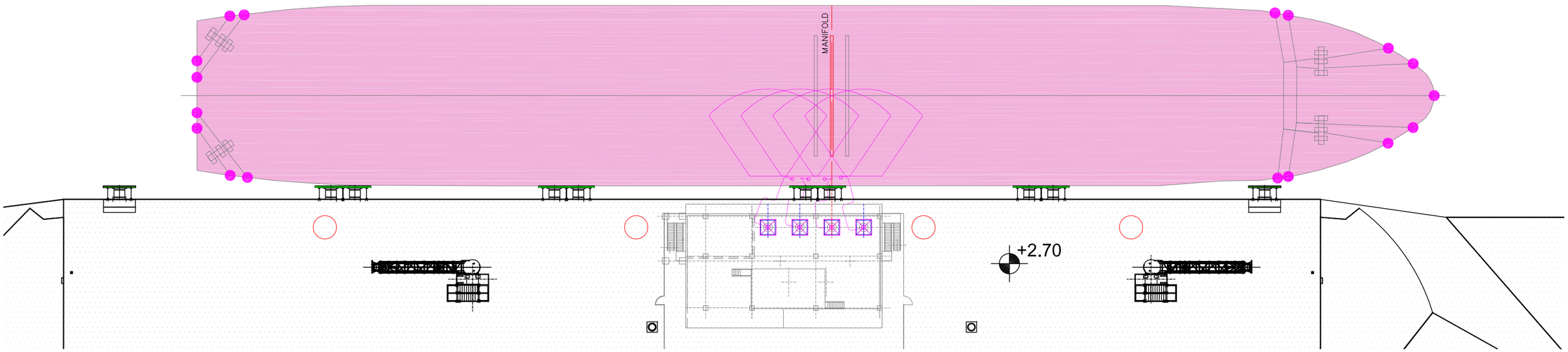
	COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	COMPATIBILITY LOADING ARMS 15,000 m3	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1



LOAD AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300



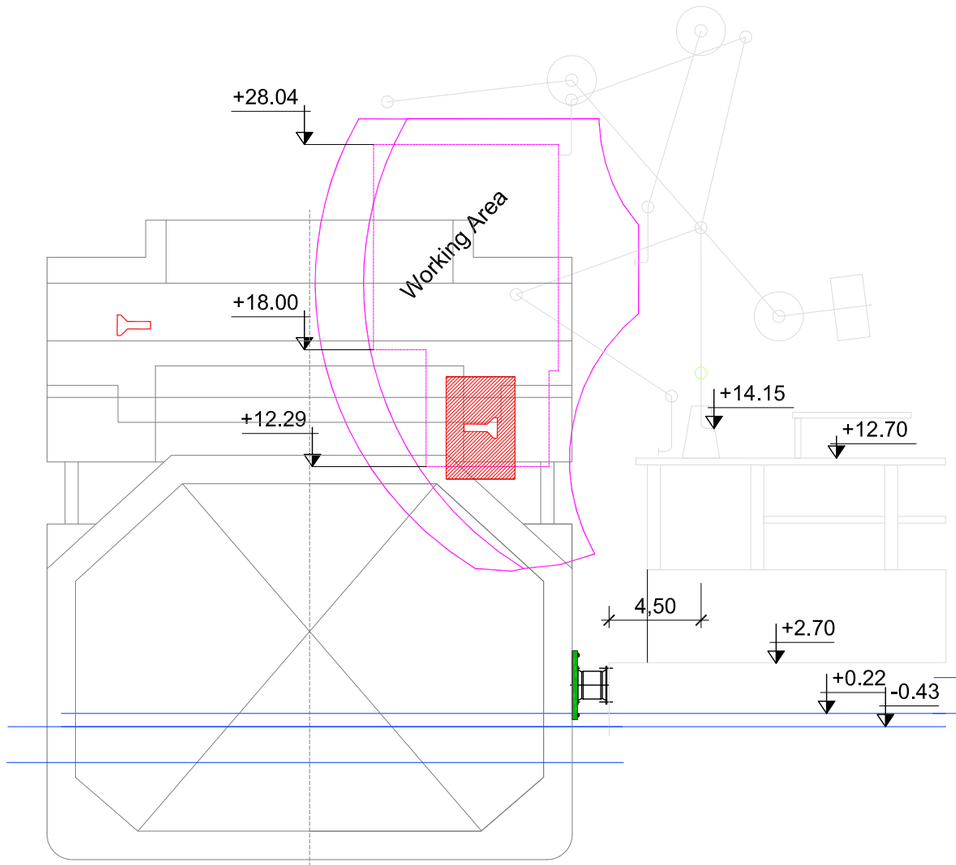
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300



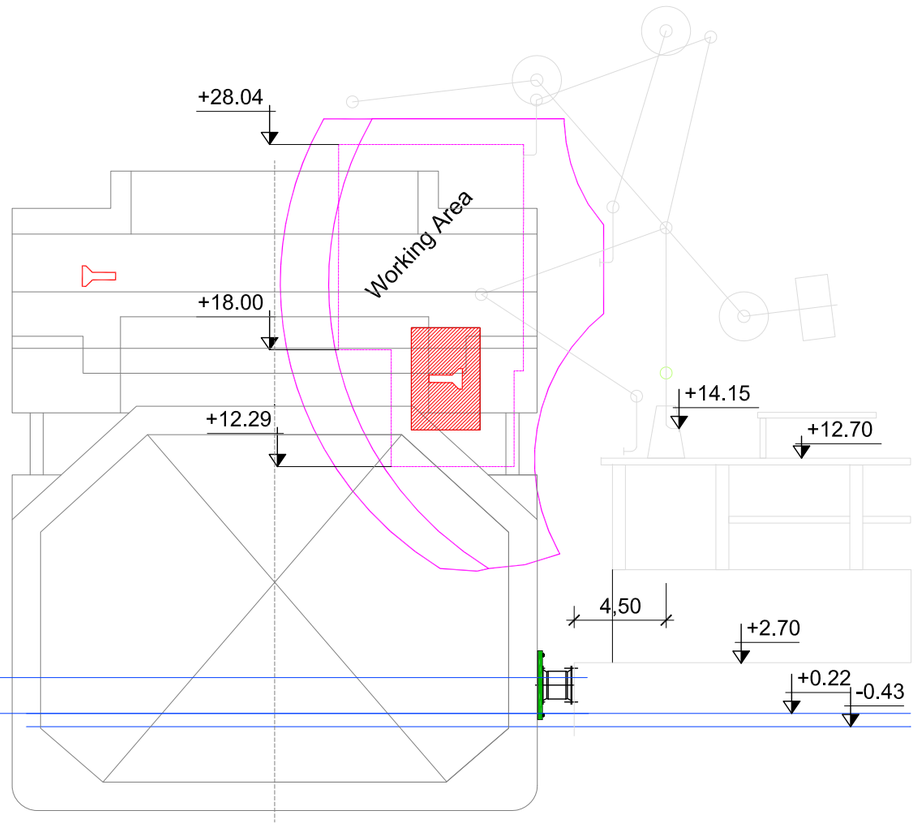
PLAN VIEW
ESCALA 1:500

	COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	COMPATIBILITY LOADING ARMS CORAL ENERGY

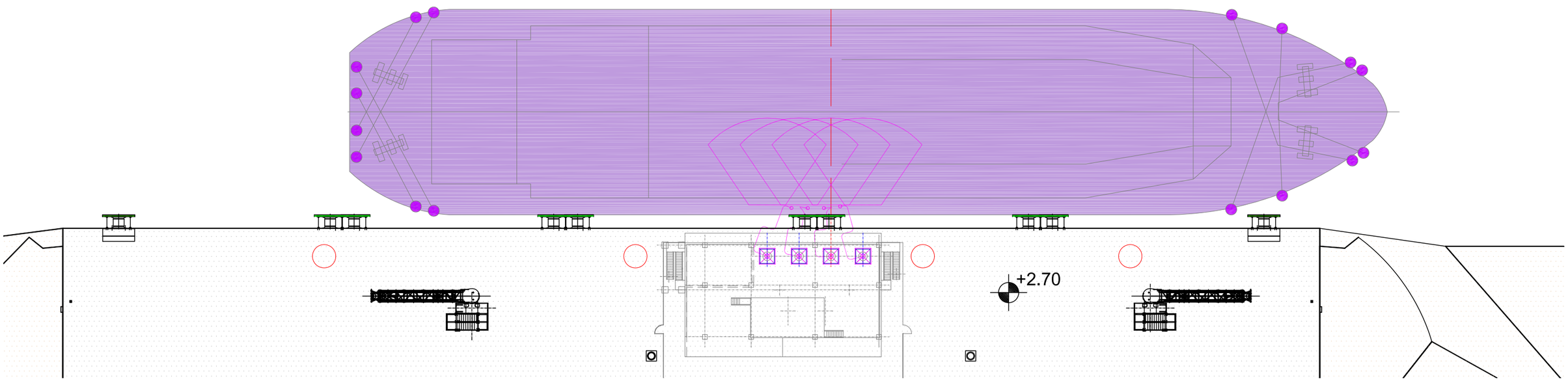
DRAWING 01.01
SHEET 1 OF 1



LOAD AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

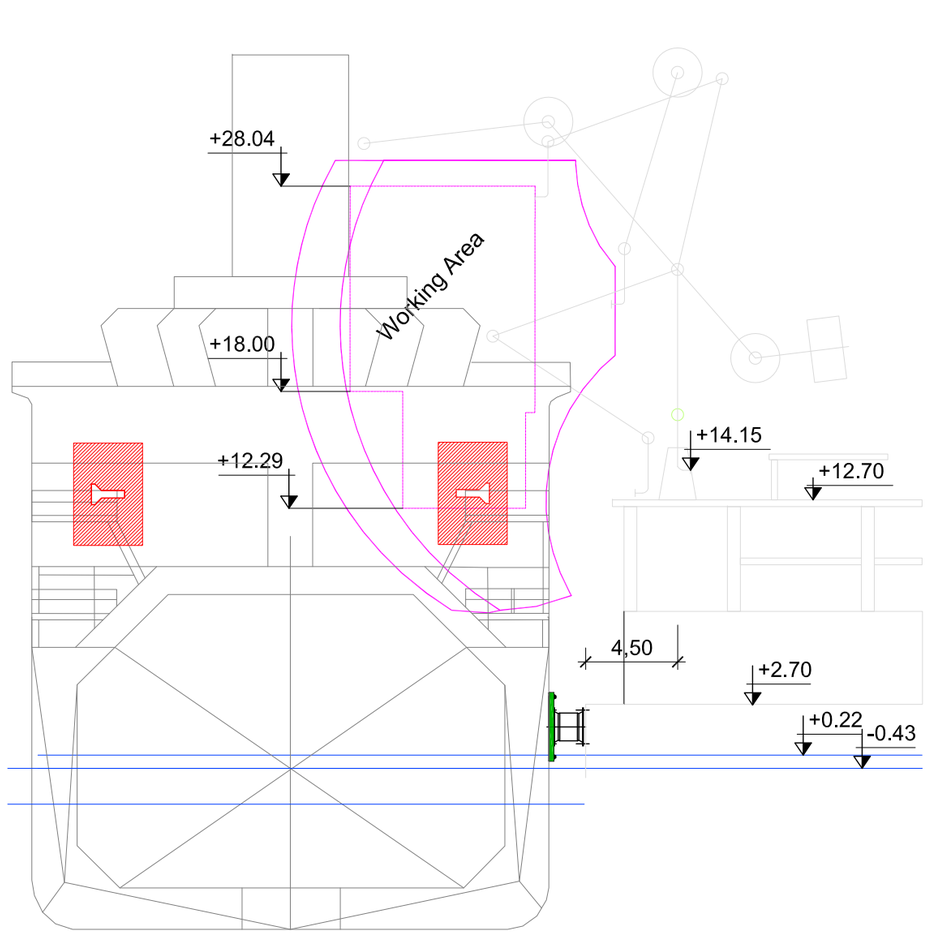


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

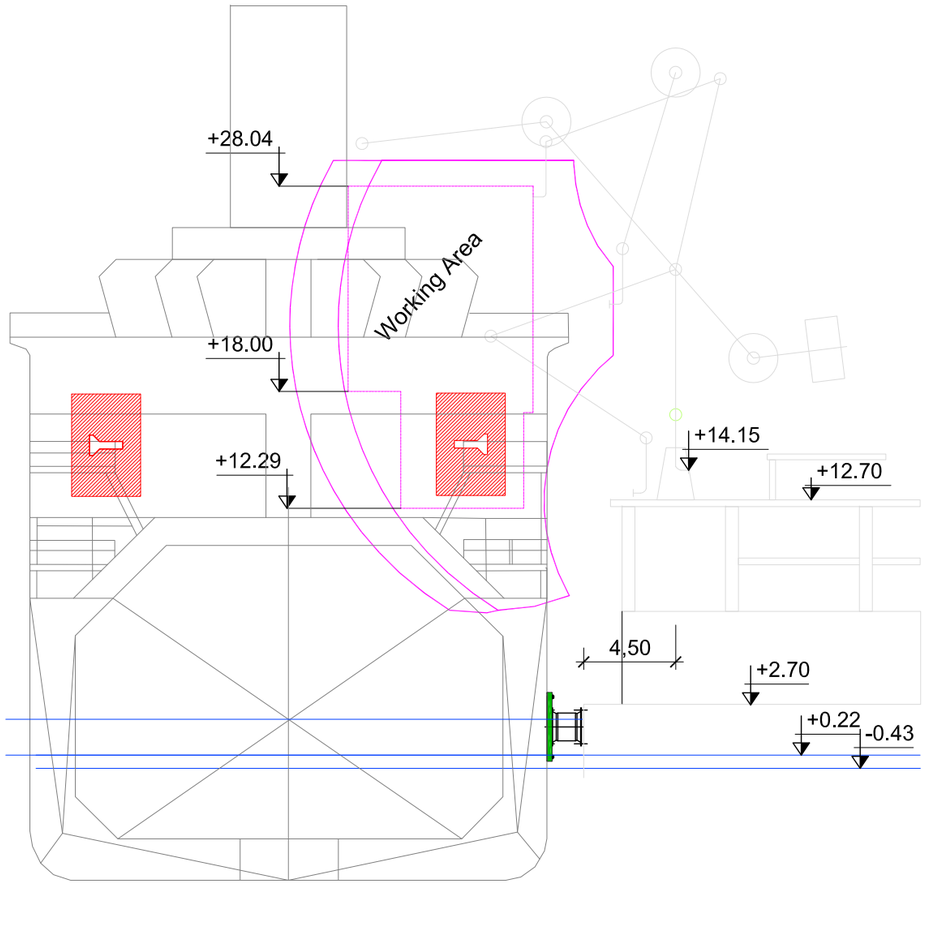


PLAN VIEW
ESCALA 1:500

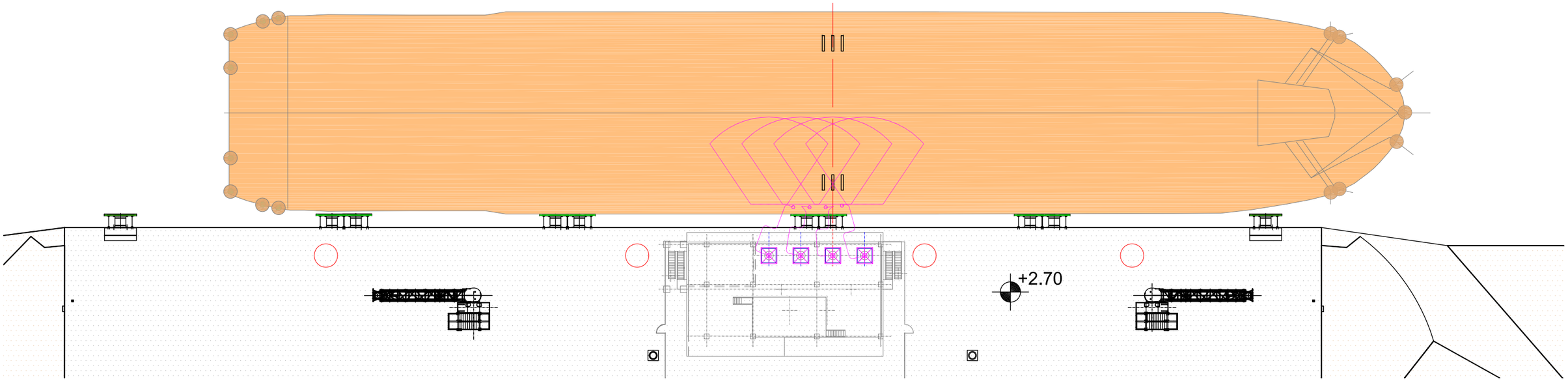
	COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	COMPATIBILITY LOADING ARMS AMAN BINTULU	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1



LOAD AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION
ESCALA 1:300

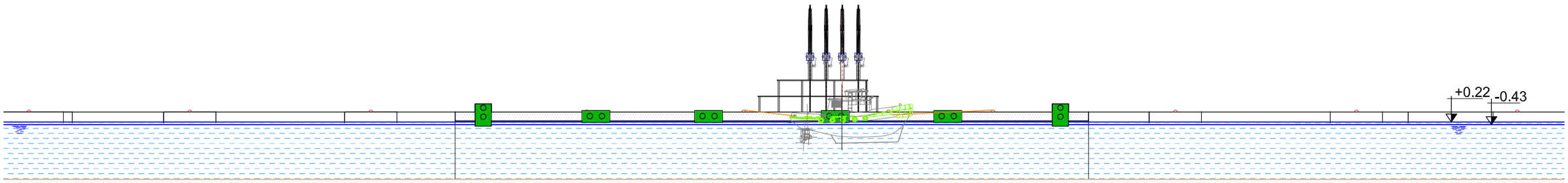


PLAN VIEW
ESCALA 1:500

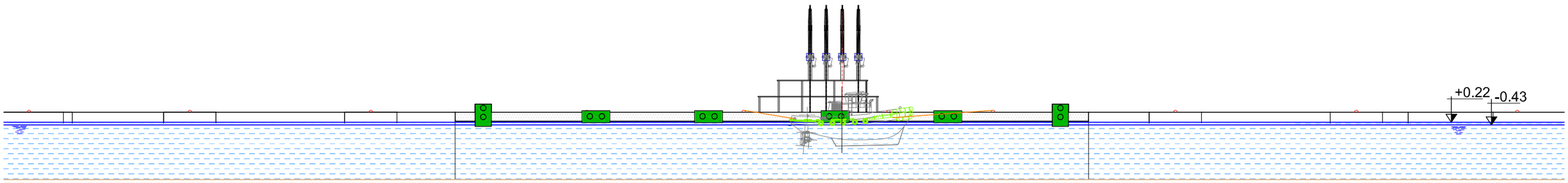
	COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	COMPATIBILITY LOADING ARMS WSK50 20K	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

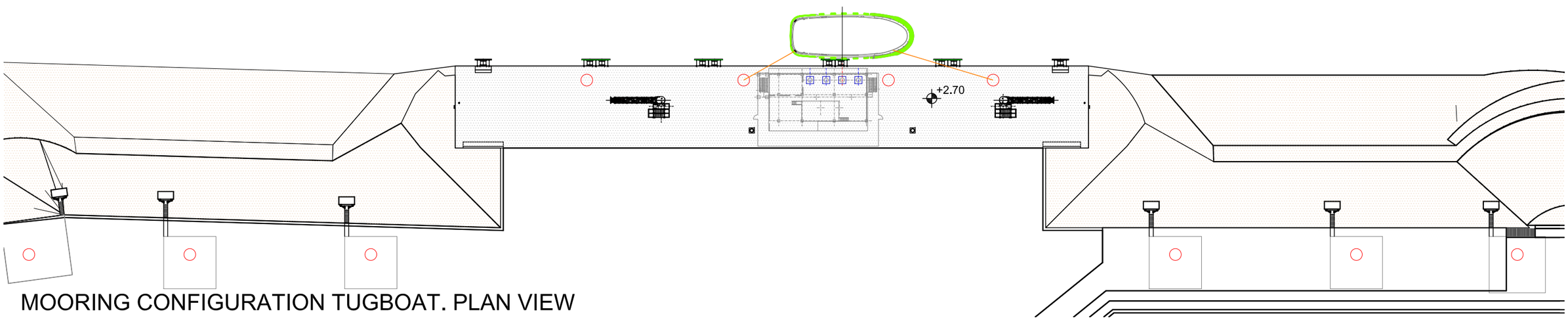
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH MOORING SYSTEM



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION TUGBOAT. SECTION

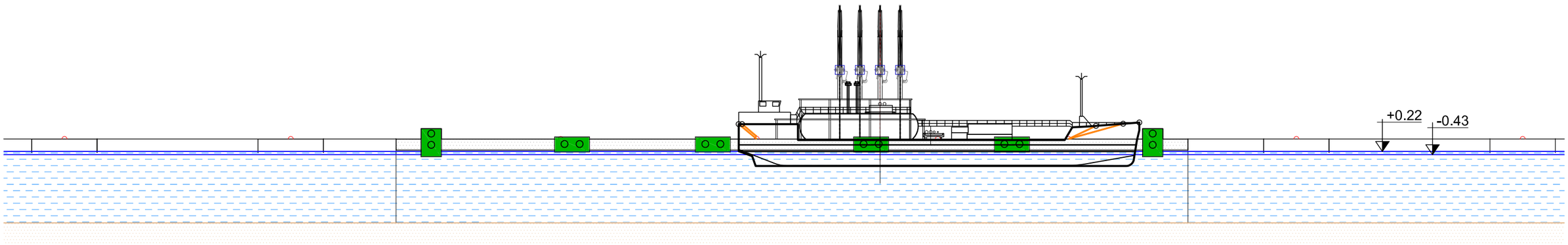


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION TUGBOAT. SECTION

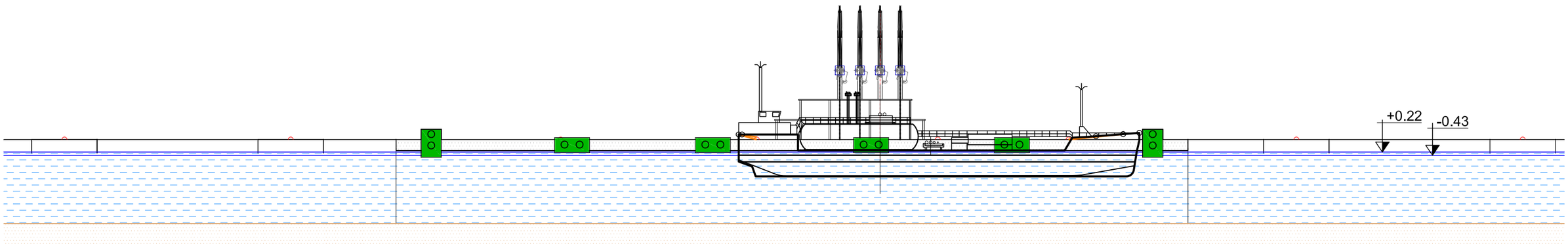


MOORING CONFIGURATION TUGBOAT. PLAN VIEW

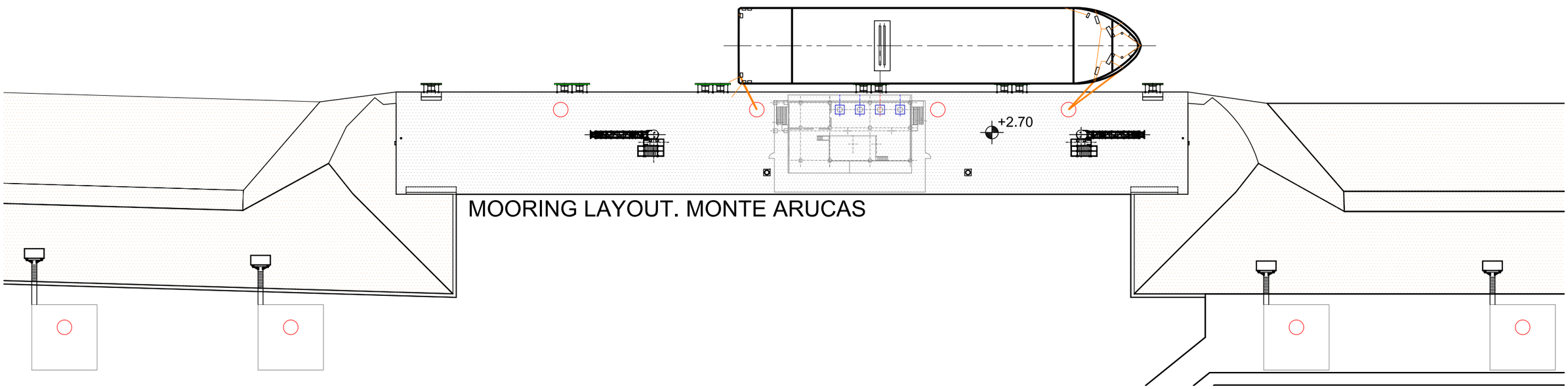
COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1:1000	DATE DECEMBER 2015	MOORING CONFIGURATION TUGBOAT	DRAWING 01.01
				SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. MONTE ARUCAS SECTION

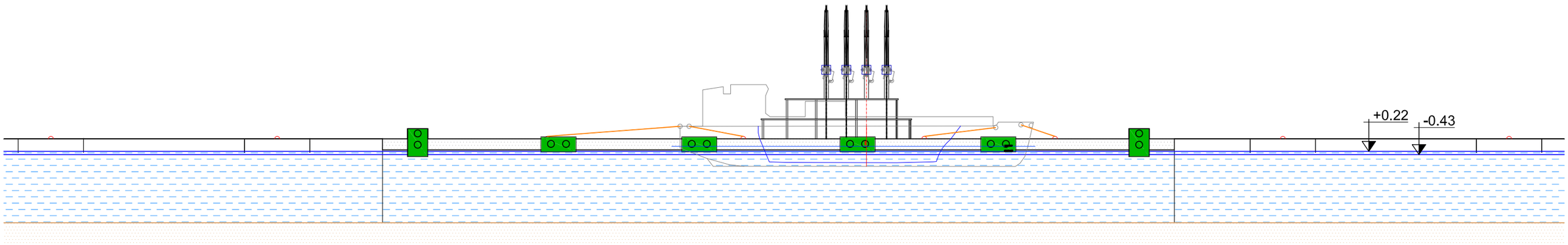


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. MONTE ARUCAS SECTION

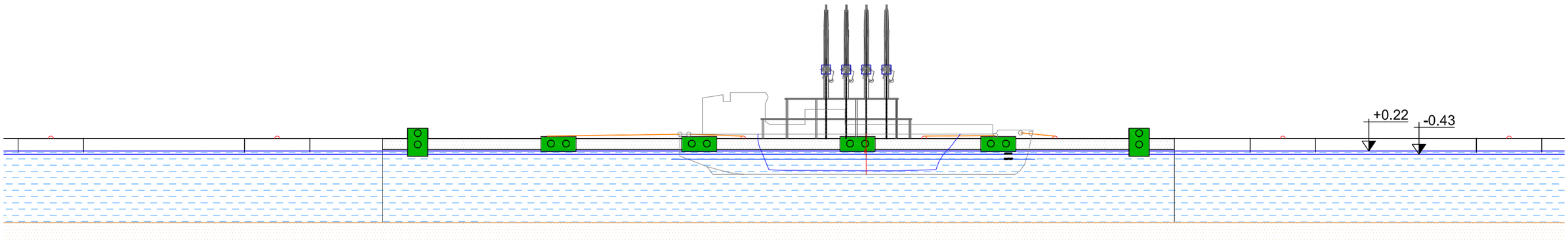


MOORING LAYOUT. MONTE ARUCAS

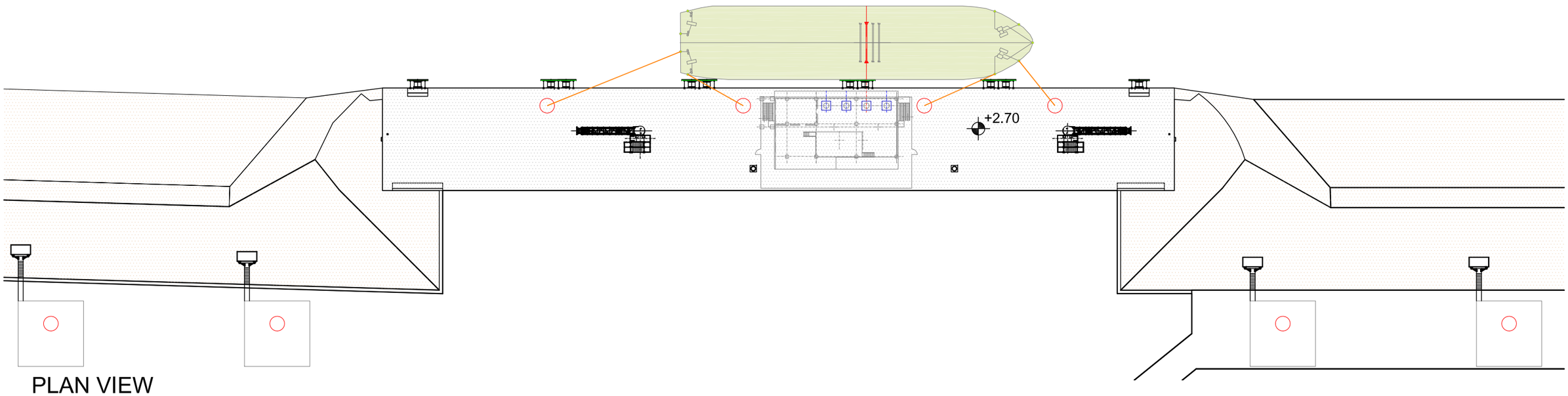
	COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1/800	DATE DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT MONTE ARUCAS	DRAWING 01.01
					SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION



PLAN VIEW

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

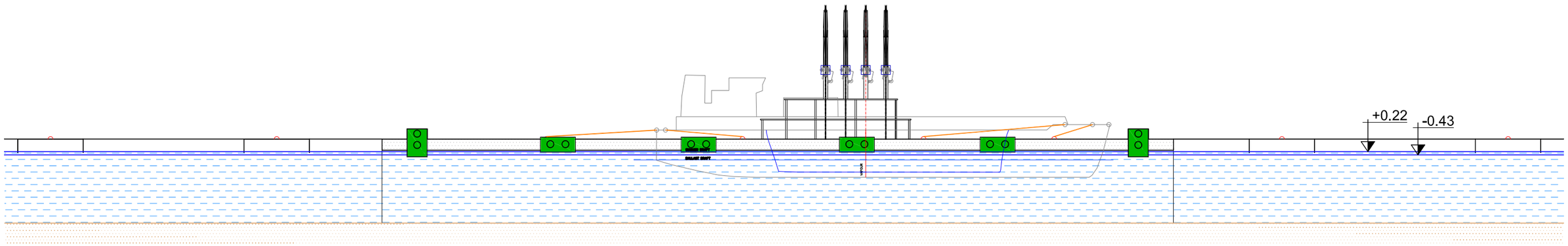
SCALE 1/800

DATE DECEMBER 2015

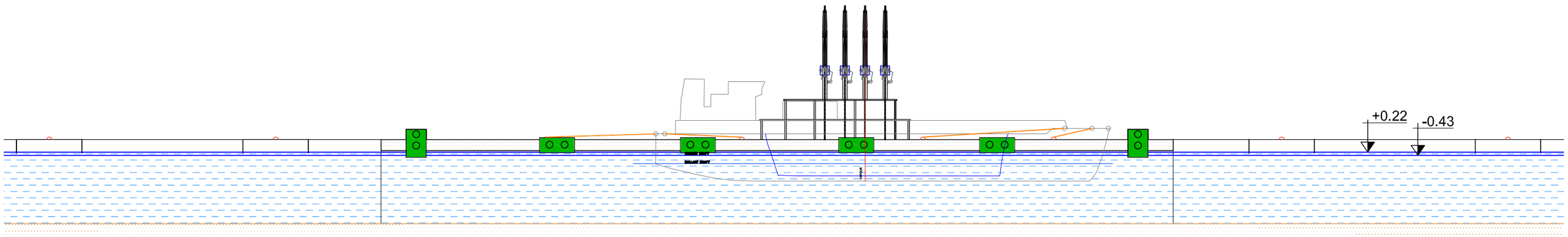
MOORING LAYOUT
2,000 m3

DRAWING 01.01

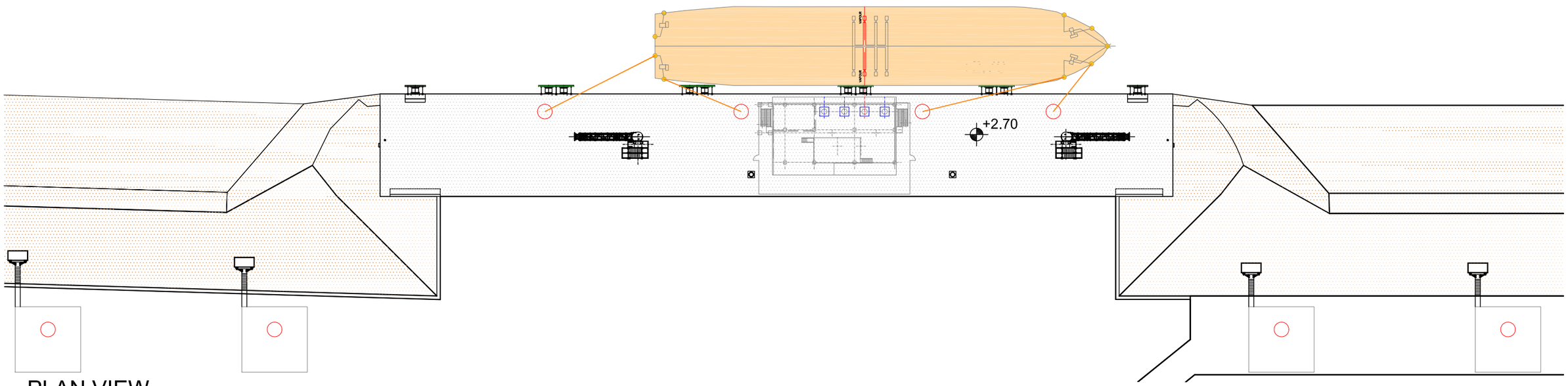
SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION

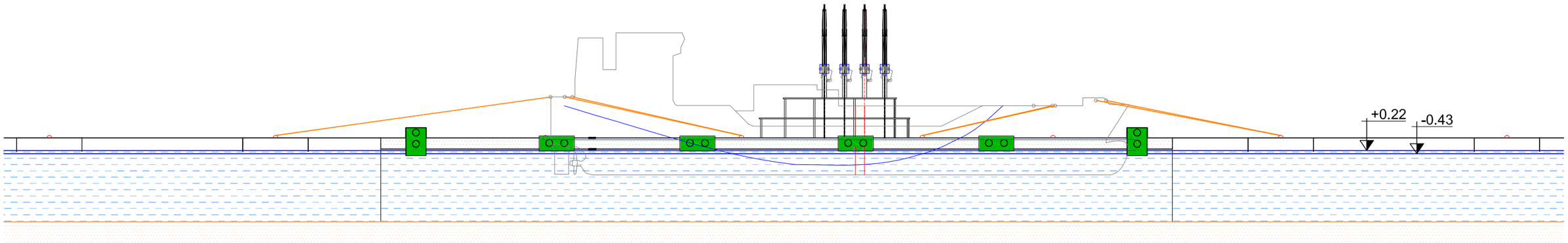


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION

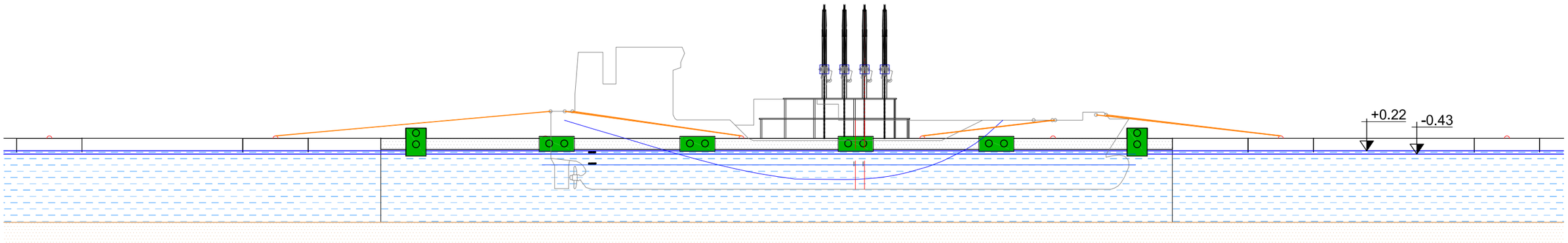


PLAN VIEW

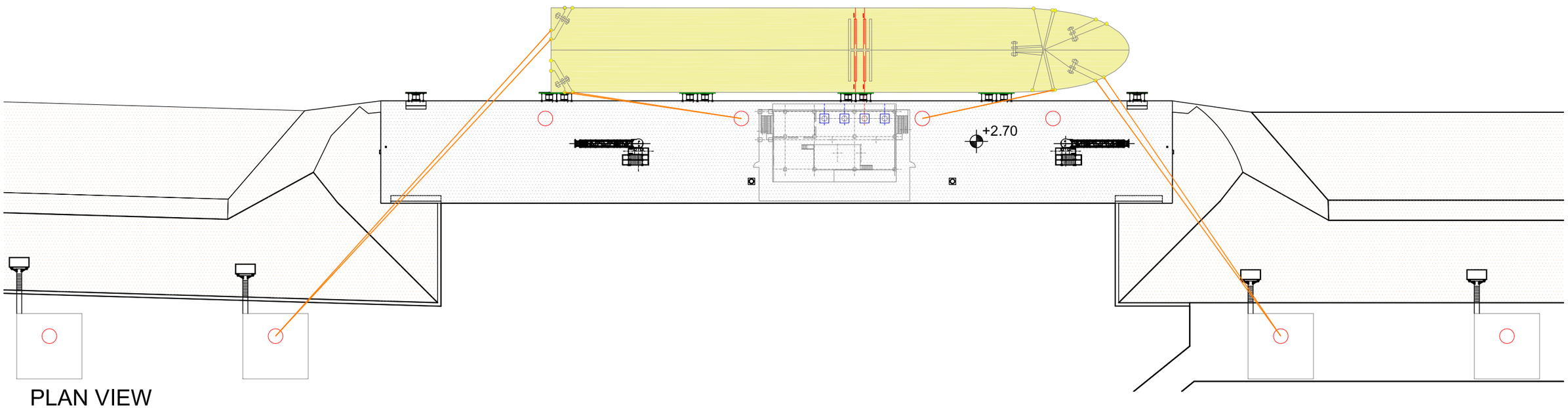
COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1/800	DATE DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT 4,000 m3	DRAWING 01.01
				SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION

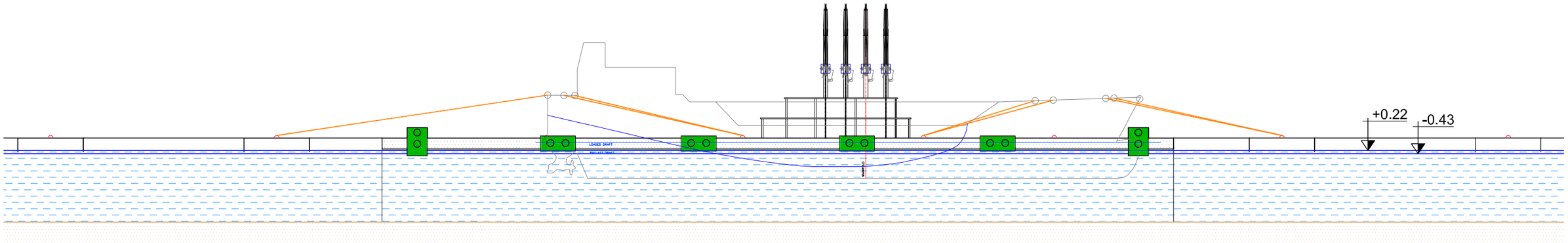


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION

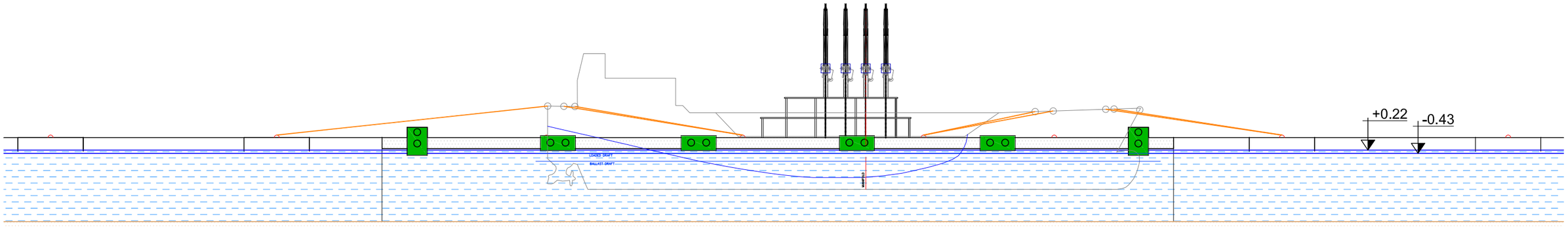


PLAN VIEW

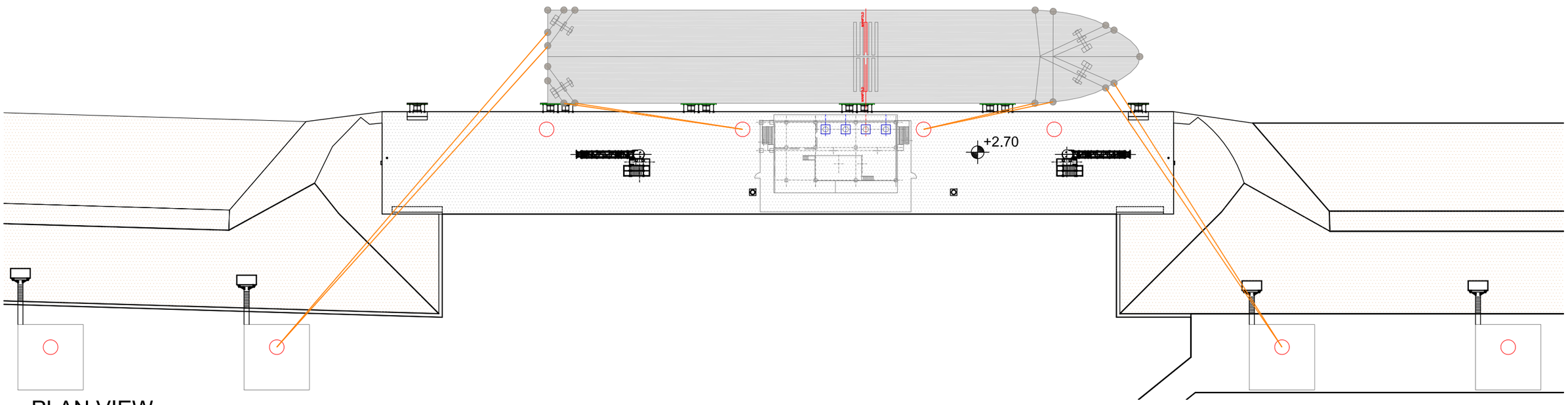
COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1/800	DATE DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT CORAL ANTHELIA	DRAWING 01.01 SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION



PLAN VIEW

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

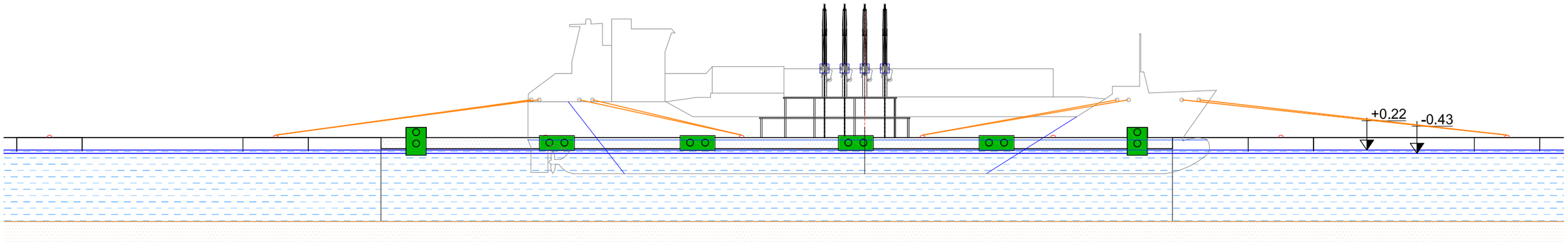
SCALE 1/800

DATE DECEMBER 2015

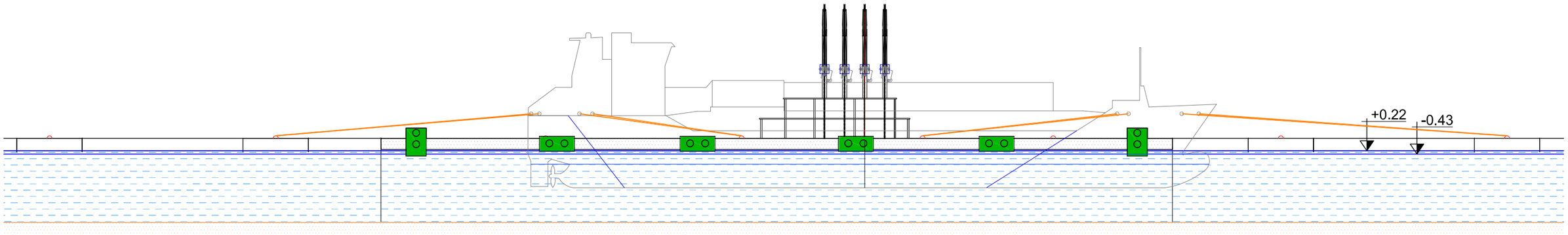
MOORING LAYOUT
CORAL METHANE

DRAWING 01.01

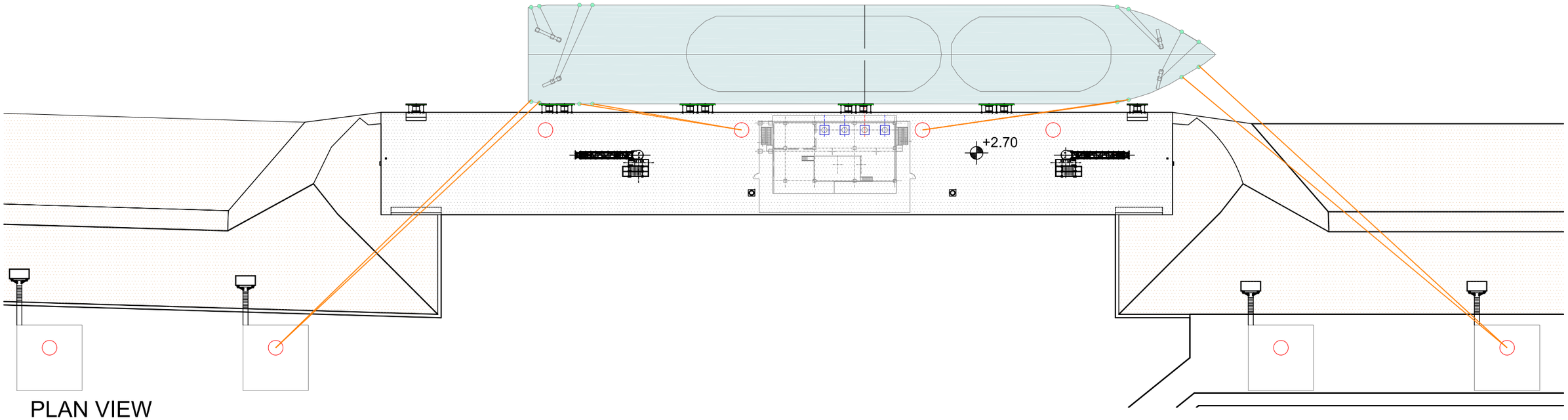
SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION



PLAN VIEW

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

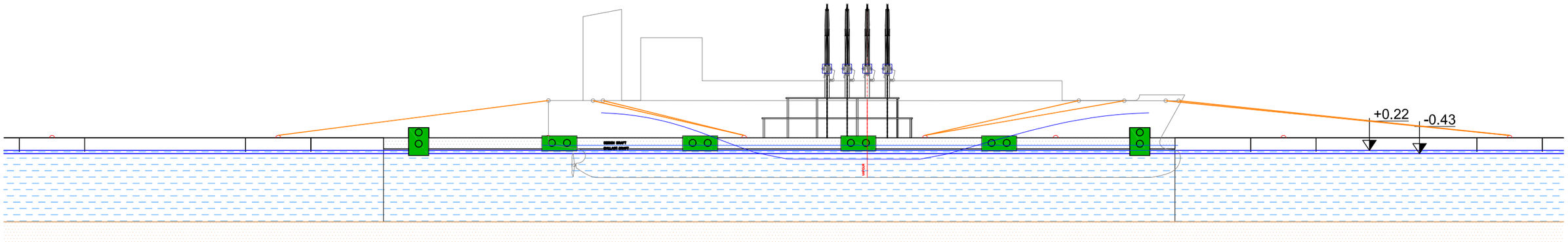
SCALE 1/800

DATE DECEMBER 2015

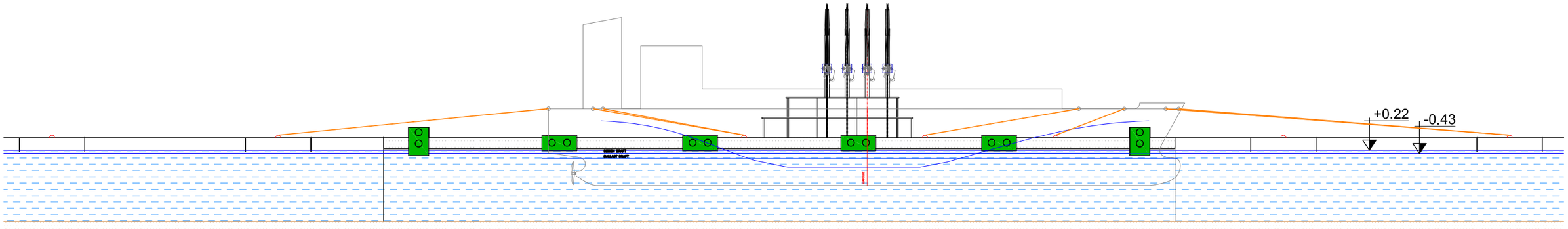
MOORING LAYOUT
NORGAS

DRAWING 01.01

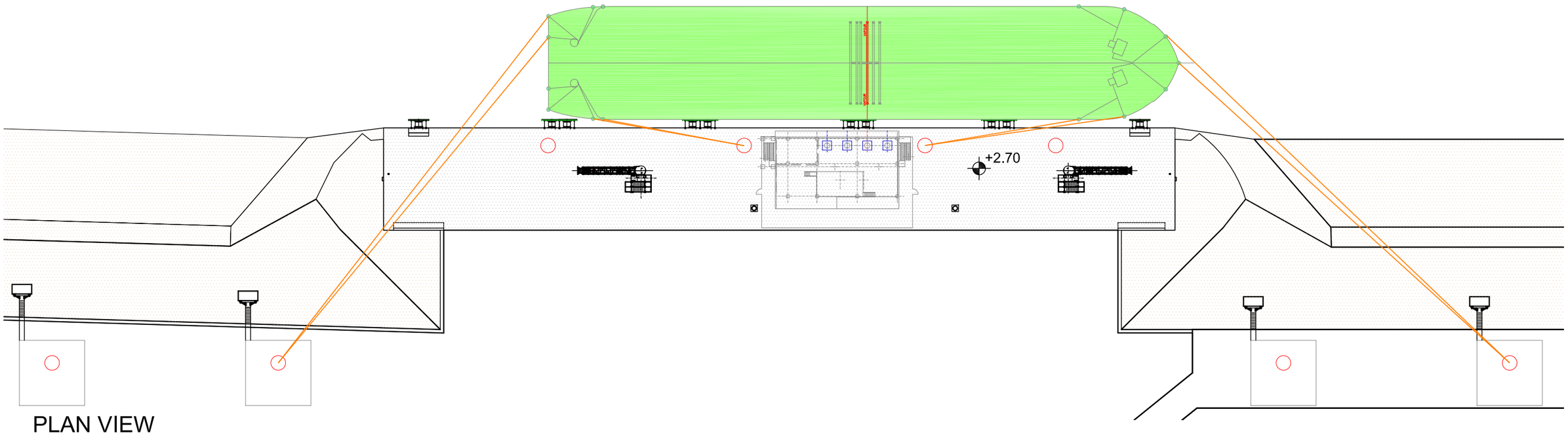
SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION

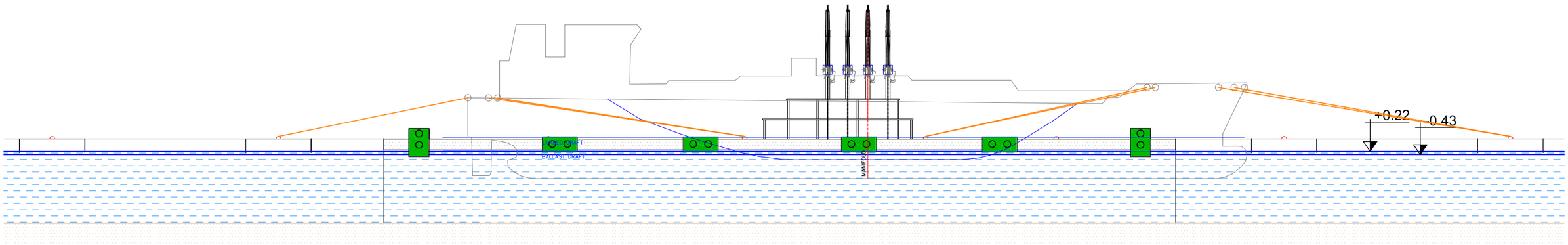


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION

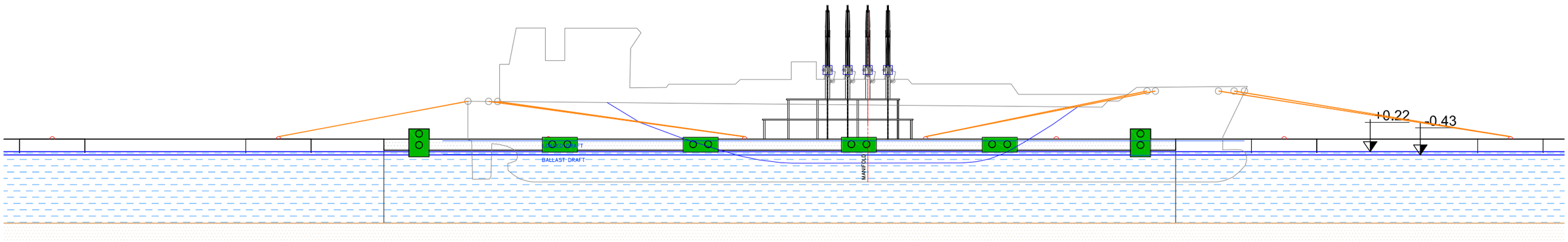


PLAN VIEW

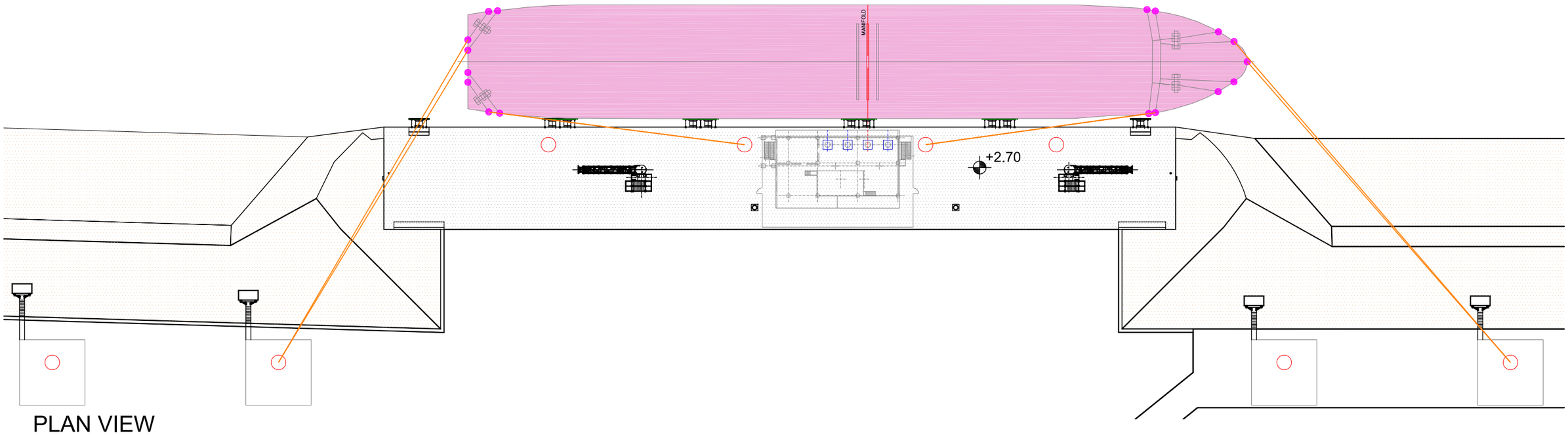
COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1/800	DATE DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT 15,000 m3	DRAWING 01.01
				SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION

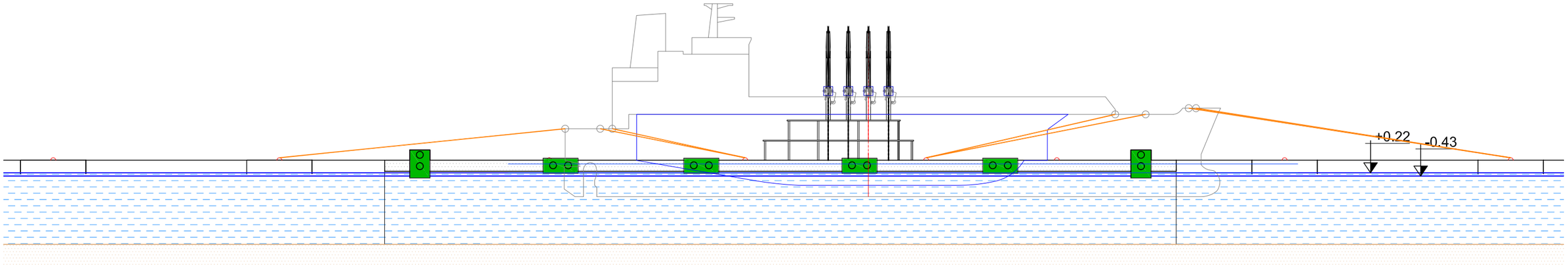


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION

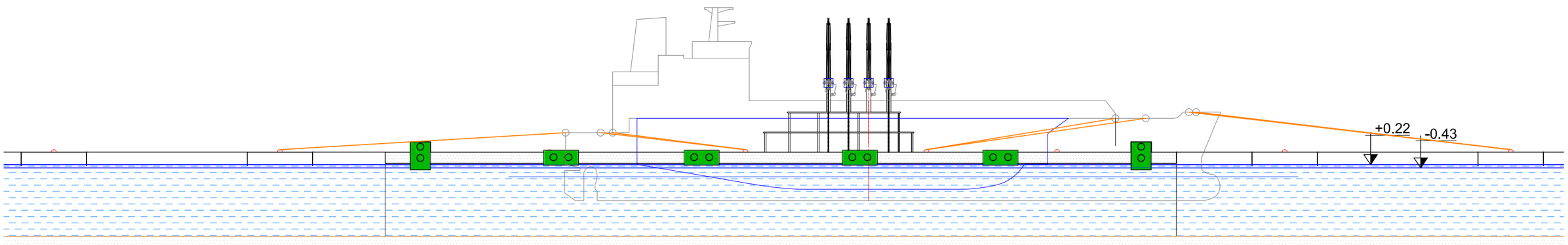


PLAN VIEW

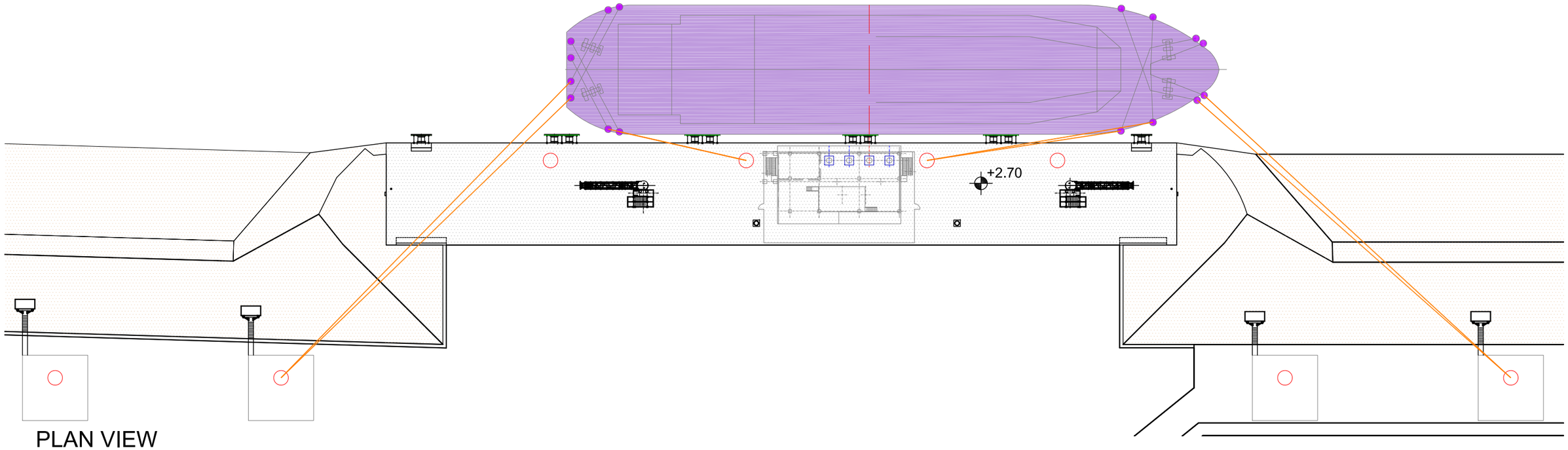
COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1/800	DATE DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT CORAL ENERGY	DRAWING 01.01 SHEET 1 OF 1



BALLAST AND TIDE LEVEL COMBINATION. SECTION

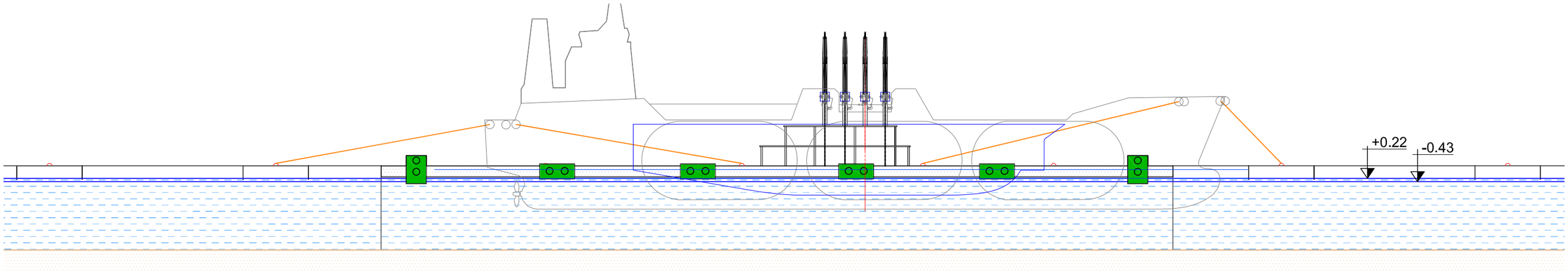


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION

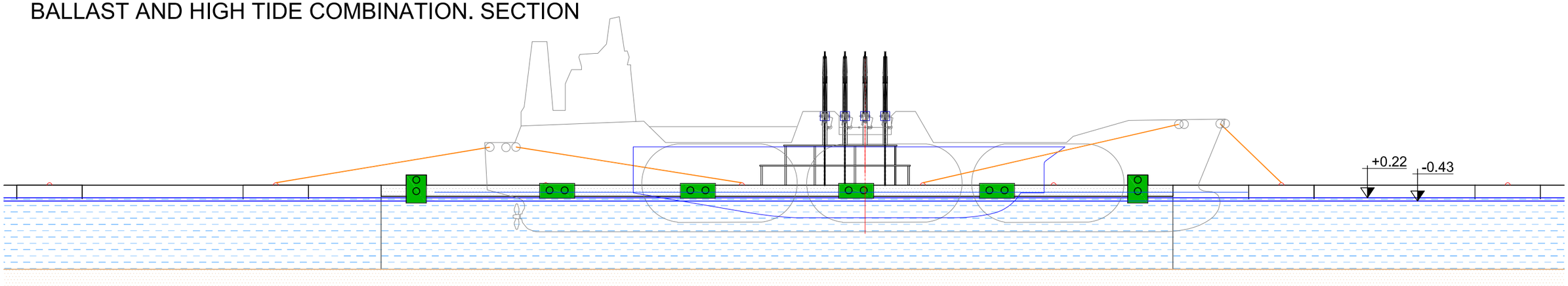


PLAN VIEW

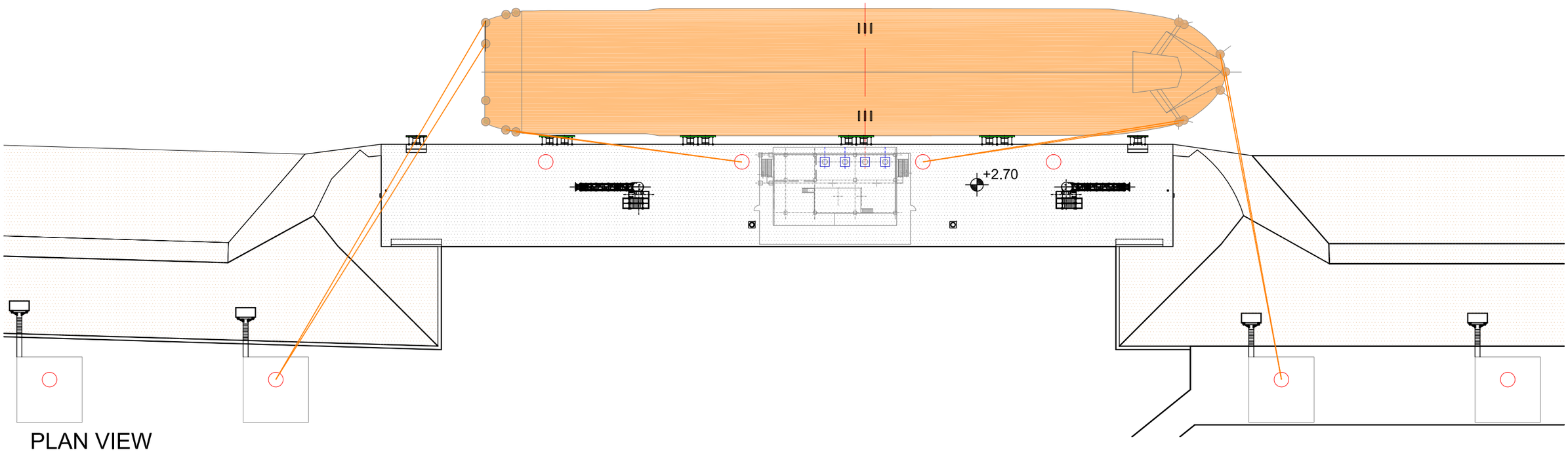
COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1/800	DATE DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT AMAN BINTULU	DRAWING 01.01 SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION. SECTION



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION. SECTION



PLAN VIEW

COMPATIBILITY ASSESSMENT OF THE SMALL LNG CARRIERS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT WSD50 20K	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNG LOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

RECORD OF REVIEW

Review	Date	Prepared by	Checked by	Approved by	Change description
1	22/12/15	ILG	AAM	AMV	Issued for comments
2	09/02/16	ILG	AAM	AMV	Issued for comments
3	28/03/16	ILG	AAM	AMV	Issued for use

TABLE OF CONTENTS

1.- INTRODUCTION AND SCOPE 7
2.- DESIGN FLEET 9
2.1.- SMALL LNG CARRIERS 9
2.2.- BUNKERING OPERATIONS FLEET 10
3.- PROPOSED ALTERNATIVES 11
3.1.- ALTERNATIVE 1: SW QUAY 11
3.2.- ALTERNATIVE 2: SOUTH BREAKWATER 15
3.3.- SET UP EVALUATION CRITERIA 16
4.- ALTERNATIVE EVALUATION 18
4.1.- OBSTRUCTIONS 18
4.2.- AREA CONGESTION AND ADJACENT FACILITIES IMPACT 18
4.3.- UTILITY/INFRASTRUCTURE SHARING WITH EXISTING FACILITIES. 19
4.4.- LOCATION OF JETTY 19
4.5.- AVAILABLE WATER DEPTH 20
4.6.- MANOEUVRABILITY AND MOORING 22
4.7.- EFFECT TO EXISTING TRAFFIC 23
4.8.- CONSTRUCTION COST 24
4.9.- PROJECT DURATION 25
5.- RESULTS 26
6.- CONCLUSIONS OF THE STUDY OF ALTERNATIVES 27
7.- GEOMETRICAL COMPATIBILITY STUDY 28
8.- JETTY 28
8.1.- Nautical equipment 28
8.2.- LNG transport facilities 28
9.- MARINE TERMINAL LAYOUT AND AVAILABLE EQUIPMENT 29
9.1.- MARINE TERMINAL LAYOUT 29
9.2.- FENDER SYSTEM 29
9.2.1 Small scale LNG carriers 33
9.2.2 Bunkering vessels 33
9.3.- MOORING LINE SYSTEM 33
9.3.1 Layout with the existing bollards 34
9.3.2 Layout with new equipment for small scale LNG carriers 37
9.4.- DEPTH AT THE BERTH 42

10.- DESIGN FLEET 43
11.- 2,000m^3 (Smallest LNG carrier) 43
11.1.- FENDERS 43
11.2.- BERTHING AND MOORING 44
12.- WSD50 20K (Biggest LNG carrier) 48
12.1.- FENDERS 48
12.2.- BERTHING AND MOORING 49
13.- ROPAX 02 (Smallest overall length of bunkering vessels) 50
13.1.- GEOMETRICAL COMPATIBILITY AND MOORING LAYOUT 50
14.- CONTAINER SHIP 01 (Biggest overall length) 51
14.1.- GEOMETRICAL COMPATIBILITY AND MOORING LAYOUT 51
15.- CONCLUSIONS AND PROPOSED ACTIONS 52
15.1.- New fenders between the existing ones 53
15.2.- Implementation of Quick Release hooks/bollards for the new mooring points 53
15.3.- Schedule 53
15.4.- Equipment cost 53
16.- EXTENDED STUDY WITH NEW CONDITIONS 55
17.- DESIGN FLEET 55
18.- EXCLUSION ZONES AND SAFEGUARD 56
19.- ALTERNATIVES STUDIED 58
19.1.- Simultaneous operation (all the design fleet) 58
19.2.- Simultaneous operation (three smallest vessels) 59
19.3.- Non simultaneous operation (all the design fleet) 60
19.4.- Non simultaneous operation (three smallest vessels) 60
20.- ALTERNATIVE SELECTION 61
21.- JETTY 61
21.1.- FENDER SYSTEM 61
21.2.- MOORING LINE SYSTEM 62
21.3.- DEPTH AT THE BERTH 65
22.- CONCLUSIONS AND PROPOSED ACTIONS 65
22.1.- New fenders between the existing ones 65
22.2.- Implementation of Quick Release hooks/bollards for the new mooring points 66
22.3.- Schedule 66
22.4.- Equipment cost 66

INDEX OF FIGURES

Figure 1 General Layout of Sagunto´s Port 8
Figure 2 General layout with proposed alternatives 11
Figure 3. Plan recommended safeguards for berthing lines. 12
Figure 4. New facility layout considering mid-ship bunkering flange and port side berthing. .. 13
Figure 5. New facility layout considering aft bunkering flange and port side berthing. 13
Figure 6. New facility layout considering mid-ship bunkering flange and starboard side berthing 14
Figure 7. New facility layout considering aft bunkering flange and starboard side berthing. ... 14
Figure 8 Location of the new terminal for the south breakwater alternative 15
Figure 9 Crown wall in alternative 2 18
Figure 10 Bathymetry of the south port extension 20
Figure 11 Bathymetry of the south breakwater alternative 21
Figure 12. Manoeuvring area for SW quay. 22
Figure 13. Manoeuvring area for Breakwater alternative. 23
Figure 14. Proposed LNG pipeline layout 24
Figure 15. Proposed LNG pipeline layout 25
Figure 16. Typical section of SW quay. 29
Figure 17. Front view of the South West quay 30
Figure 18. Proposed fenders in SW quay. 30
Figure 19. Pattern of berthing impact between vessel and fender. 31
Figure 20 Ideal mooring pattern. 34
Figure 21. ROM 2.0-11 recommendation for ideal mooring arrangement. 34
Figure 22. Mooring layout with single head/stern and spring lines. 35
Figure 23. Mooring layout with pairs of head/stern lines. 35
Figure 24. Mooring layout of Norgas vessel. 35
Figure 25. Concentration of lines for all the small scale LNG design fleet. 38
Figure 26. Head and stern lines for all the small scale LNG design fleet. 38
Figure 27 Spring lines concentration for all the small scale LNG design fleet 39
Figure 28 Spring lines for all the small scale LNG design fleet. 40
Figure 28 Plan view of the new mooring points for small scale LNG carriers. 40
Figure 30 Layout with new mooring points for small scale LNG carriers 41
Figure 31 Interface fender-parallel body for 2,000 m^3 LNG carrier. 43
Figure 32 Mooring layout with the existing equipment (spring and head/stern lines). 44
Figure 33 Mooring layout with the existing equipment (two head/stern lines). 45
Figure 34 Mooring layout with the new mooring points (spring and head/stern lines). 46
Figure 35 Mooring layout with the new mooring points (two head/stern lines). 47
Figure 36 Interface fender-parallel body for WSD50 20K LNG carrier 48
Figure 37 Mooring layout with the existing equipment. 49
Figure 38 Geometrical compatibility and mooring layout for ROPAX 02. 50
Figure 39 Geometrical compatibility and mooring layout for container ship 01. 51
Figure 40. SAGGAS concession area. 55
Figure 41. Exclusion zone when the existing LNG Jetty is occupied 56
Figure 42. Plan recommended safeguards for berthing lines. 57

Figure 43. Vessels opposite each other. 58
Figure 44. Simultaneous operation with all the design fleet. 59
Figure 45. Simultaneous operation with the three smallest vessels. 59
Figure 46. Non-simultaneous operation with all the design fleet. 60
Figure 47. Non-simultaneous operation with the three smallest vessels. 61
Figure 48. Front view of the South West quay 61
Figure 49. Proposed fenders in SW quay. 62
Figure 50. Plan view of the stern side of the new proposed equipment for the SW quay. 64
Figure 51. Plan view of the bow side of the new proposed equipment for the SW quay. 64

INDEX OF TABLES

Table 1. Small scale LNG carriers design fleet 9
Table 2. Bunkering vessels dimensions..... 10
Table 3. Evaluation criteria 17
Table 4. Summary table. 26
Table 5. Bunkering vessels displacements..... 33
Table 6. Main elements studied using the existing bollards. 36
Table 7. Main elements of compatibility using the proposed mooring points. 41
Table 8. Formulation proposed by ROM 2.0-11 to estimate needed draught. 42
Table 9. Total cost of the implementation of the equipment in the SW quay..... 54
Table 10. Small scale LNG carriers design fleet..... 56
Table 11. Main elements of compatibility using the proposed mooring points. 63
Table 12. Total cost of the implementation of the equipment in the SW quay. 66

1.- INTRODUCTION AND SCOPE

SAGGAS LNG terminal has been handling LNG Carrier unloading operations since 2006 up to now. In addition, the terminal was upgraded in 2013 in order to allow loading operations. The design LNG carrier fleet compatible with the terminal ranges from 30.000 m3 to 260.000 m3. In a new potential bunker LNG market, small LNG carriers will realize an important paper to supply the possible plants satellites in the ports or even to supply directly barges of LNG.

In this sense, two different options are being analyzed in order to find out the best alternative for the reception of the new potential target fleets: small LNG carriers (1,000-20,000m^3) and carriers to receive bunkering service:

- Option 1. Use of existing LNG carriers reception facilities
- Option 2. Construction/adaptation of new or available piers at the Port of Sagunto

This report presents the study of alternatives carried out in order to find out the best location for the establishment of a new jetty according to abovementioned Option 2. Once decided the best location a conceptual design of the works to be undertaken for the provision of the new LNG supply activity facilities will be carried out.

The new jetty will have the following functions:

1. Reception of small scale LNG carriers (with capacity lower than 20,000 m^3).
2. Bunkering operations for a wide range of vessels; sea cruisers, Containerships, Ro-Ro), etc.

The following figure shows a general layout of Sagunto´s Port where the north dock, south extension, SAGGAS LNG regasification plant and the existing LNG jetty are located.

Figure 1 General Layout of Sagunto´s Port

The document has a first part where the study of alternatives is developed and a second one where the geometrical compatibility study has been done.

The alternatives study will be done on the basis of the available information and will cover the following aspects:

- Design fleet for small LNG carriers and Bunkering operations
- Equipment needed
- Proposal of the different alternatives.
- Comparison between the proposed options
- Selection of the best alternative

In section 7 and followings is developed the geometrical compatibility study.

2.- DESIGN FLEET

2.1.- SMALL LNG CARRIERS

As one target of the new facilities is to receive small scale LNG carriers with capacities lower than 20,000 m^3 the following design fleet is proposed:

Characteristics	Capacity [m^3]	Length Overall [m]	Length between perpendiculars (m)	Beam [m]	Moulded Depth [m]	Loaded draft [m]	Ballast draft [m]
2,000m^3	2,160.00	70.00	66.90	14.80	8.10	4.06	3.08
4,000m^3	4,040.00	90.00	85.90	15.70	9.40	5.10	3.45
CORAL ANTHELIA	6,500.00	115.00	108.00	16.80	9.80	7.00	4.86
CORAL METHANE	7,387.00	137.80	110.20	18.60	10.60	7.15	5.56
NORGAS	9,830.50	137.10	129.74	19.82	11.50	6.70	4.70
15,000m^3	15,000.00	125.00	117.00	22.50	15.00	6.40	5.40
CORAL ENERGY	15,577.00	155.00	146.00	22.70	14.95	8.19	5.50
AMAN BINTULU	18,645.00	130.00	124.00	25.70	16.60	7.00	6.11
WSD50 20K	20,000.00	147.25	138.70	25.30	17.60	7.80	6.05

Table 1. Small scale LNG carriers design fleet

2.2.- BUNKERING OPERATIONS FLEET

For bunkering operations, following table includes the main features of the fleet that is potentially considered to be reconverted or new-built as LNG powered:

CHARACTERISTICS	Length Overall [m]	Beam [m]	Moulded Depth [m]	Loaded draft [m]	Ballast draft [m]
TUGBOAT	35.80	11.50	7.50	5.50	5.50
ROPAX 01	224.00	34.00	18.00	6.90	4.90
ROPAX 02	101.00	15.30	8.20	4.30	3.40
RO-RO 01	193.0	26.00	19.25	7.00	4.50
RO-RO 02	122.00	16.50	12.16	6.00	4.20
CAR CARRIER 01	181.00	32.00	32.20	9.40	
CAR CARRIER 02	130.00	20.77	21.00	6.00	
CONTAINER SHIP 00	227.40	40.00	25.00	14.00	6.00
CONTAINER SHIP 01	290.00	32.00	25.00	12.20	9.70
CONTAINER SHIP 02	148.00	22.70	16.00	10.20	6.00

Table 2. Bunkering vessels dimensions.

3.- PROPOSED ALTERNATIVES

For the new facilities two main alternatives have been considered. The following figure shows the situation of both alternatives and the location of the existing jetty:

Figure 2 General layout with proposed alternatives

Hereafter both alternatives are explained in detail:

3.1.- ALTERNATIVE 1: SW QUAY

The first alternative is proposed to be located at the south west quay. This location provides a sheltered location for the arriving vessels. The proximity from the existing LNG jetty conditions the design of the new facilities. In order that these new installations could be able to provide a simultaneous operation with the existing LNG jetty, the following conditions must be fulfilled regarding the distance between the both facilities:

- Safeguard recommended between berthing lines. For vessels carrying dangerous substances, R.O.M. 2.0-11 provides the safeguard distances which have to be considered as per following table:

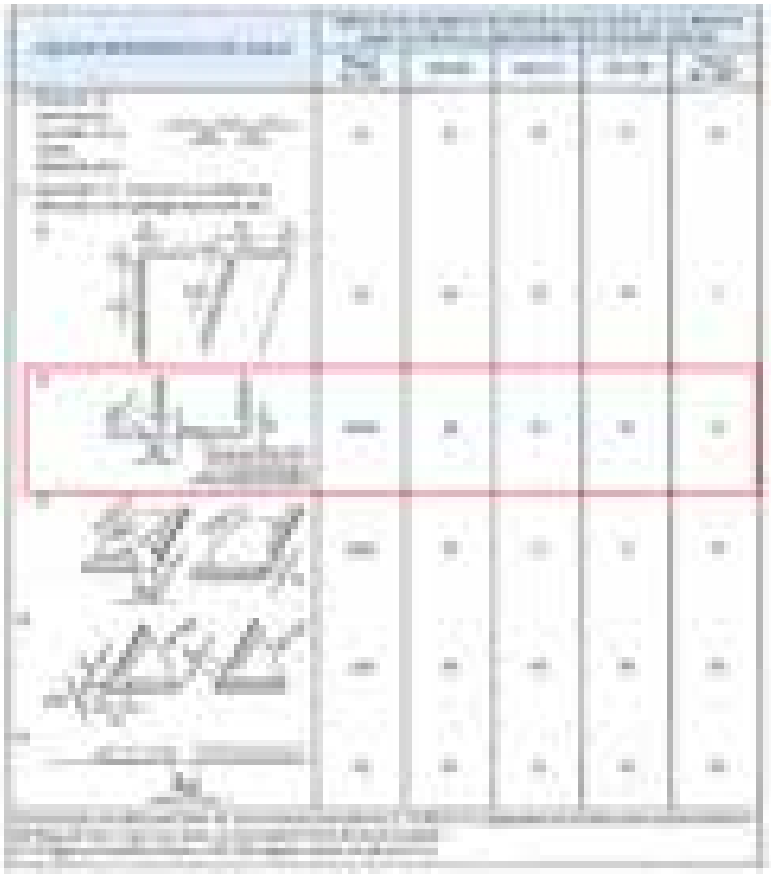


Figure 3. Plan recommended safeguards for berthing lines.

For this particular case for vessels with an overall length close to 300 m the recommended distance shall be 40/45 metres measures from the rubble mound's toe.

Rubble mound's toe is located on the imaginary line that extends the berthing line of the existing terminal.

- Exclusion safety distances. The NFPA 59A (2013) presents a procedure for these distances where a site evaluation should demonstrate the compliance with vapor dispersion and terminal radiation threshold requirements or provide quantification of vapor dispersion and thermal risks to populations outside the LNG terminal to ensure they do not exceed acceptable levels. This assessment is done based on site specific conditions such as wind, currents, site occupancy, facility technology, etc.

  There is not an industry agreement regarding the exact exclusion zones and as a result, many distances adopted tend to be conservative. For instance, Carl Thorensen (Port Designer´s Handbook 2010) mentions a recommendation of 300 m exclusion circle between berthed ship and any passing/maneuvering ship, which can be lowered if a risk assessment is carried out.

A circle with a radius of 250 m (centered in the manifold) is also a typical exclusion zone by common practice in industry.

Taking into account above mentioned distance requirements and considering that LNG bunkering flange might be at any point between mid-ship and stern, following layouts have been developed. Most safety berthing at new facilities is considered to be portside, however proposed layout will allow for double berthing side:

Figure 4. New facility layout considering mid-ship bunkering flange and port side berthing.

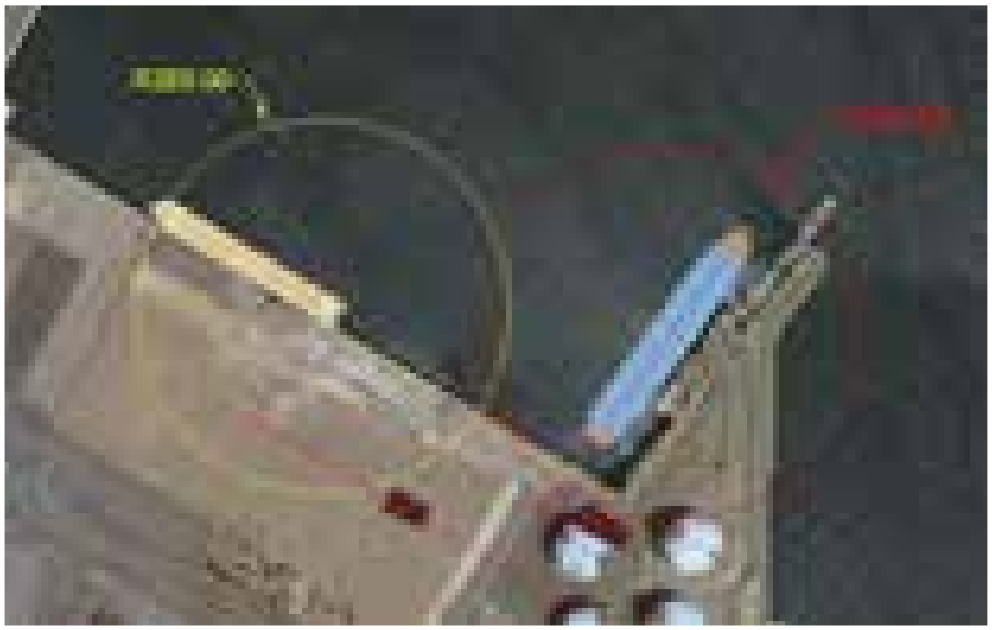


Figure 5. New facility layout considering aft bunkering flange and port side berthing.

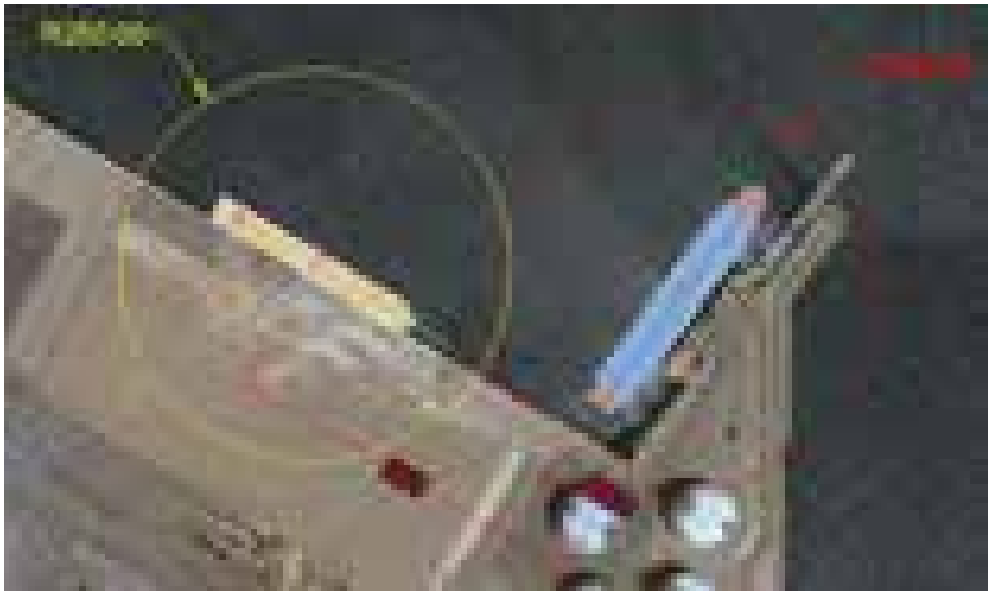


Figure 6. New facility layout considering mid-ship bunkering flange and starboard side berthing

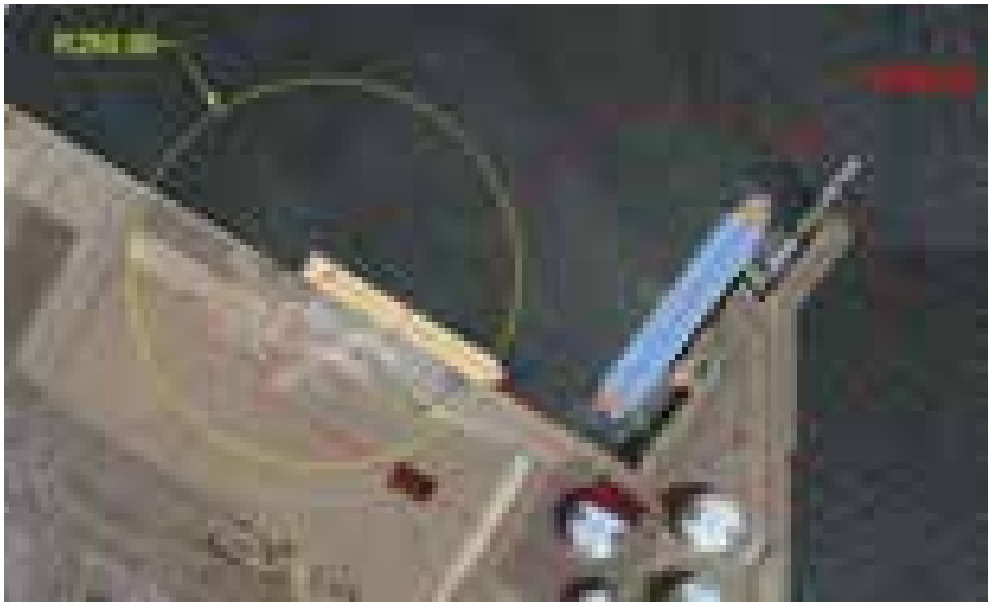


Figure 7. New facility layout considering aft bunkering flange and starboard side berthing.

As it can be seen in the above figures all the distances mentioned are fulfilled with a total length of 481 metres from the SW quay right corner to the proposed LNG transference point. It is important to take into account that safety areas of different ships can be overlapped as far as vessels do not invade them.

3.2.- ALTERNATIVE 2: SOUTH BREAKWATER

Alternative 2 for the new facility is located at south breakwater at the entrance of the port in a closer location to the SAGGAS storing facilities.

Figure 8 Location of the new terminal for the south breakwater alternative

In order to achieve minimum draught requirements, it will be necessary to build a loading/unloading platform to assure that the design fleet of small LNG carriers and vessels to receive bunkering service is compatible with the future installations. This layout would imply the construction of new facilities and some modifications on the existing rubble mound and crown wall structures.

However, with this option the terminal would be closer to the LNG tanks of SAGGAS, therefore pipelines lengths could be smaller and a better integration in the Saggas Complex would be achieved.

In this case there are no interferences with other jetties as happened in the SW alternative and for this reason the design does not depend on other factors existing in the terminal but the draught requirements. However the proximity to the entrance port channel must be taken into consideration regarding safety distances. In this case the minimum distance of 250 m from the LNG existing jetty to the new platform is fulfilled, but the entrance port channel width available for passing ships may be affected.

3.3.- SET UP EVALUATION CRITERIA

An evaluation study has been established in order to find the best alternative for the new facilities. In the present section the proposed evaluation criteria are presented together with a detailed description of all involved items.

This section also collects an assessment summary table collecting the reasoning behind the evaluation process.

Criterion	**Description**	**Worst performance**	**Best performance**
A. Obstructions	Artificial obstacles to be removed or managed	Multiple obstacles to be managed	No obstacles present
B. Area congestion and adjacent facilities impact	Overall area concentration and impact on existing facilities during expected terminal operation life time	Fully congested. Mitigation measures should be considered.	No congestion and no constraints should be considered.
C. Utility/ infrastructure sharing with existing/future facilities	Possibility of facilities and/or utilities sharing with existing/ future industrial installations during operation	Seems duplicated with existing facilities required for operation	Sharing possibilities
D. Location of jetty	Implementation of the jetty head with regards to sheltered/open waters areas	Open water jetty location	Fully sheltered jetty location
E. Available water depth	Total depth at the proposed locations.	Additional works are needed to make compatible all the fleet in terms of draught.	Enough depth is available at the jetty. No additional works are required.

Criterion	**Description**	**Worst performance**	**Best performance**
F. Manoeuvrability and mooring	Available areas for ship access, turning, berthing, mooring and departure operation	Heavy constraints regarding available navigation areas. Not an adequate configuration of the mooring lines.	Full availability of flotation areas without restrictions. Mooring configuration fulfills the recommended standards.
G. Effect on other terminals/ infrastructure	Potential impact/interference of the marine facilities with regards to other marine developments	Large impact of the marine facilities on existing third parties	No impact on third parties
H. Construction cost	Capital expenditures	Maximum	Minimum
I. Project duration	--	Maximum	Minimum

Table 3. Evaluation criteria

Evaluation has been carried out in a comparative pattern in the sense that best performance will score 1 point and worse will be 0 on the base of equally weighted criteria.

4.- ALTERNATIVE EVALUATION

4.1.- OBSTRUCTIONS

Considerations for SW Quay

Regarding artificial obstructions, the area for this alternative is completely empty and ready to be occupied; therefore there are no obstacles that may have to be removed.

Considerations for South Breakwater alternative

The main obstruction in this alternative is the existing crown wall that protects from the waves which would have to be removed if this option is finally chosen. Additionally, further analysis of the rubble mound incidence on the proposed location shall be carried out in case any modification is required.

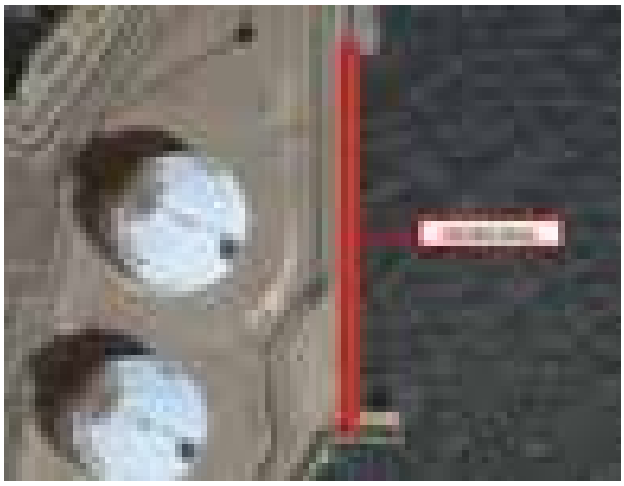


Figure 9 Crown wall in alternative 2

Conclusions / Scoring

SW Quay: 1/1

South Breakwater: 0/1

4.2.- AREA CONGESTION AND ADJACENT FACILITIES IMPACT

Considerations for SW Quay

The fact that this location is near an existing LNG jetty which might be used simultaneously is the reason why congestion in this area may occur. In addition to this, an impact on all existing facilities would be produced since the maneuverability inside the basin could be conditioned by the presence of a moored vessel in the new facility.

Considerations for South Breakwater alternative

For the south breakwater alternative, there are no jetties close to the alignment of the proposed location and therefore no congestion or abnormal concentration is expected. As this location would be isolated from the rest of the port, no impact on adjacent facilities may occur.

Conclusions / Scoring

SW Quay: 0/1

South Breakwater: 1/1

4.3.- UTILITY/INFRASTRUCTURE SHARING WITH EXISTING FACILITIES.

Considerations for SW Quay

The SW quay is already built and equipped with bollards and fenders which could be used for mooring and berthing of the new fleets, although the need for installation of new equipment may arise during further analysis.

Considerations for South Breakwater alternative

For this alternative, the whole structure would need to be constructed and nautically equipped.

Conclusions / Scoring

SW Quay: 1/1

South Breakwater: 0/1

4.4.- LOCATION OF JETTY

Considerations for SW Quay

The new proposed terminal would be located inside the south extension of Sagunto´s Port. This location is protected by external an interior breakwaters and for this reason the maximum score is obtained by this alternative.

Considerations for South Breakwater alternative

For the south breakwater alternative the future terminal is located at the entrance channel of the port which is only sheltered by the external breakwater and opened to all waves affecting the port's entrance.

Conclusions / Scoring

SW Quay: 1/1

South Breakwater: 0/1

4.5.- AVAILABLE WATER DEPTH

Considerations for SW Quay

Dredging works were carried out during the construction of the south extension of Sagunto´s port to the -16.50 m CD in the perimeter close to the SW quay. A manoeuvring area reaching -20.00 CD is located in the central area of the basin.

Therefore no additional works would be required to make compatible all the proposed fleet in terms of draught. The following figure shows the current bathymetry South extension area.

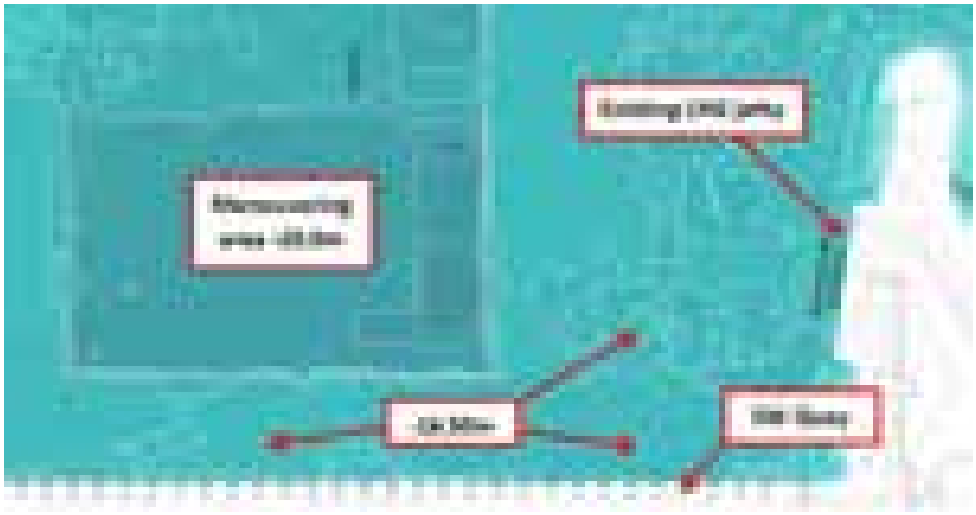


Figure 10 Bathymetry of the south port extension

Considerations for South Breakwater alternative

For the south breakwater alternative, although a platform is projected to gain draught, additional works may be necessary to reach enough depth for the design fleet to receive bunkering service.

Figure 11 Bathymetry of the south breakwater alternative

Conclusions / Scoring

SW Quay: 1/1

South Breakwater: 0/1

4.6.- MANOEUVRABILITY AND MOORING

Considerations for SW Quay

For manoeuvring purposes, south port basin provides enough space for the manoeuvring of a 300 m LOA vessel

Figure 12. Manoeuvring area for SW quay.

Considerations for South Breakwater alternative

The maneuvering area for this alternative would be located in front of the berthing facility; however, the fact that this alternative considers a new berthing structure at one margin of the existing navigation channel, the turning maneuver will cause interference with the entrance and departing traffic.

Figure 13. Manoeuvring area for Breakwater alternative.

Conclusions / Scoring

SW Quay: 1/1

South Breakwater: 0/1

4.7.- EFFECT TO EXISTING TRAFFIC

Considerations for SW Quay

In this alternative, vessels operating at the new facilities will only affect the traffic fleets operating at the south basin. Maneuvering procedures for ships calling at the existing facilities might need to be adapted to the new activity.

Considerations for South Breakwater alternative

For the south breakwater alternative, there is a clear impact on the development of the port operations since the location for this option is situated at the port entrance channel. This would imply the necessity of adopting measures during the transference process of the LNG such as keeping safety an nautical distances from the ship operating, giving priority to vessels which try to enter or departure to the new LNG facility, etc.

Conclusions / Scoring

SW Quay: 1/1

South Breakwater: 0/1

4.8.- CONSTRUCTION COST

Considerations for SW Quay

In terms of berthing structure, SW alternative is already prepared for vessel reception being equipped with both mooring and berthing equipment. However, some additional investment may be required for the installation of Quick Release Mooring Hooks.

Regarding LNG conduction from SAGGAS existing plant, an approximate length of 550 m of cryogenic pipeline will be required.

Figure 14. Proposed LNG pipeline layout

Considerations for South Breakwater alternative

Alternative at South breakwater requires the construction of the whole berthing facility including mooring and berthing equipment and any other modification on the existing breakwater structure (crown wall and rubble mound).

On the other hand, the proximity of the installation area from the LNG tanks implies a LNG pipeline of, approximately, 250 m.

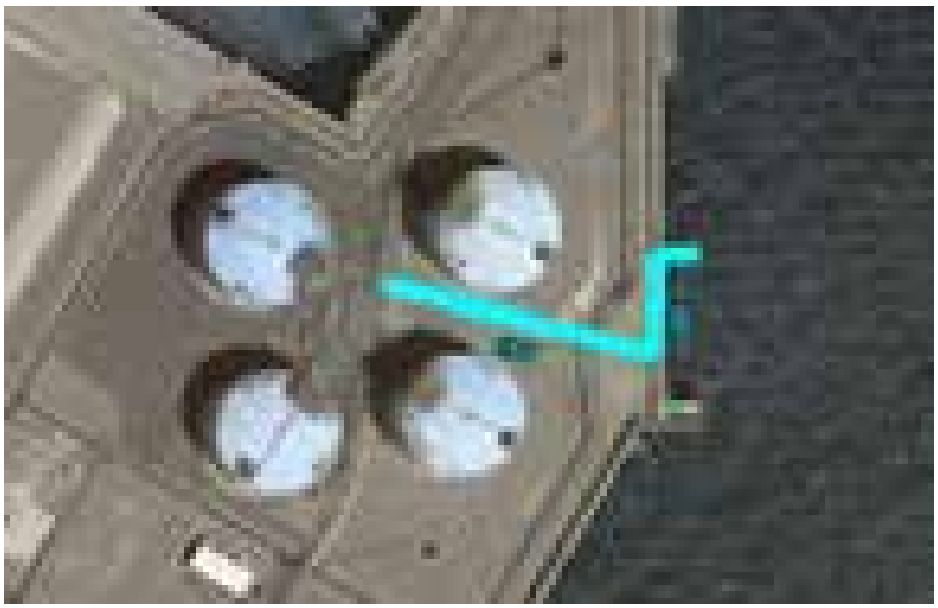


Figure 15. Proposed LNG pipeline layout

Conclusions / Scoring

SW Quay: 1/1

South Breakwater: 0/1

4.9.- PROJECT DURATION

Considerations for SW Quay

As it is abovementioned, for the South quay alternative, only the specific nautical and LNG transport equipment shall be installed because the quay is already built. For this reason the project duration would be lower than the needed for the second alternative.

Considerations for South Breakwater alternative

Because of the construction of the platform, the project schedule would be longer than the one needed for the South West quay alternative.

Conclusions / Scoring

SW Quay: 1/1

South Breakwater: 0/1

5.- RESULTS

According to the scoring process as detailed in previous chapter, following results are obtained

CRITERION	ALTERNATIVE 1. South West Quay	ALTERNATIVE 1. South Breakwater
Obstructions	1	0
Area congestion and adjacent facilities impact	0	1
Utility/ infrastructure sharing with existing/future facilities	1	0
Location of jetty	1	0
Available water depth	1	0
Maneuverability	1	0
Effect on existing traffic	1	0
Construction cost	1	0
Project duration	1	0
TOTAL SCORE	9	1

Table 4. Summary table.

6.- CONCLUSIONS OF THE STUDY OF ALTERNATIVES

As exposed in the comparison process undertaken in this study, the establishment of a new facility for LNG bunkering and LNG small carrier operation would be preferably developed in the existing South West Quay of Sagunto Port rather than on the South breakwater.

Considering infrastructure issues, the higher closeness that shown the alternative of the breakwater does not compensate the need for the construction of a whole berthing structure.

In terms of harbor operation and safety the recommendation lays on the use of an already existing berthing line in an inner basin when compared with the development of a new facility in the margin of the main navigation channel for port access.

7.- GEOMETRICAL COMPATIBILITY STUDY

The scope of works of the study includes the asses of the following items:

- Position bollards
- Ultimate strength verification at fenders.
- System Fenders
- LNG transference point location
- Design fleet mooring arrangement

At the end of this document, the four extreme cases regarding length overall of the design fleet are shown as an example of the work developed for each vessel. The rest of the fleet studied is divided in the following annexes:

- Annex I: "Small scale LNG carriers fenders geometrical compatibility".
- Annex II: "Small scale LNG carriers mooring layouts using the existing equipment".
- Annex III: "Small scale LNG carriers mooring layouts using new mooring points".
- Annex IV: "Bunkering vessels geometrical compatibility and mooring layouts using the existing equipment".
- Annex V: "SW quay layout with the proposed equipment".

8.- JETTY

The following aspects are evaluated in order to determine the required nautical/industrial equipment to be installed at SW quay to provide bunkering service (small LNG carriers and carriers to receive bunkering service).

8.1.- Nautical equipment

Regarding nautical equipment, it must be considered:

- Fender system: there must be an appropriate fender system that provides good berthing conditions to the design fleet. SW quay is already equipped with fenders.
- Mooring equipment: the terminal already has bollards that can also be used for mooring. For small scale LNG carriers additional mooring points will be developed and the recommended equipment in this case will be quick release hooks (QRHs) for safety reasons.
- Access gangway: this is the equipment which provides access between the jetty and the vessel. In this particular case it is not carried out a study of the compatibility of working envelopes because of the wide fleet proposed. At this stage of the project, the equipment that will provide access will be the ships' own accommodation ladder.

8.2.- LNG transport facilities

- LNG transference point: it is the part of the terminal where flexible hoses will be connected to carriers. Its function is to connect the LNG pipelines with flexible hoses.

- LNG Pipelines: these special pipelines shall be able to transport the LNG in a manner that the product maintains its properties regarding liquid state (proper pressure and temperature ranges).
- Flexible hoses: these elements are the pieces which link the vessel with the LNG transference point. The main advantage for using them is that because of their flexibility they allow a range of movements depending on the characteristics of each vessel, tides, current sea level etc.

9.- MARINE TERMINAL LAYOUT AND AVAILABLE EQUIPMENT

9.1.- MARINE TERMINAL LAYOUT

The continuous SW quay currently has an approximate total length of 963 m with 31 bollards and 36 fenders disposed every 26.00 metres located on the dock´s edge to protect the integrity of the dock and the ship´s hull.

The minimum depth at the berth is -16.50 m and the top height of the superstructures of the dock is +2.70 m as the following figure shows:

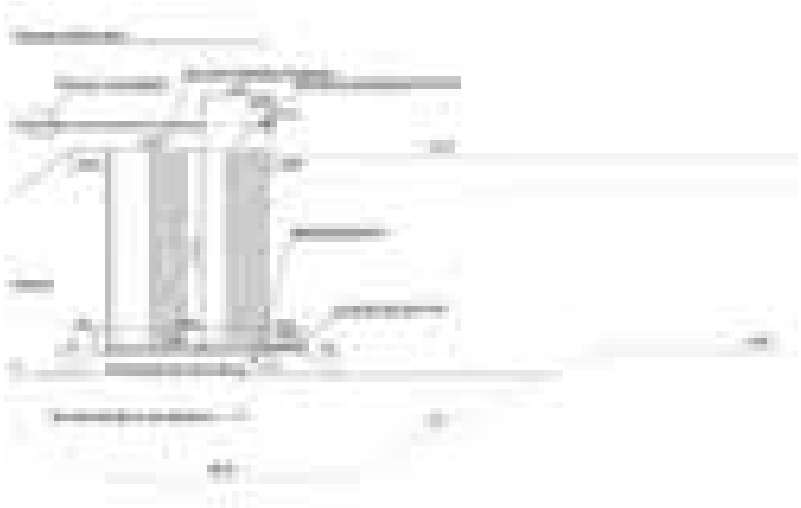


Figure 16. Typical section of SW quay.

9.2.- FENDER SYSTEM

The interface between parallel body of ships and fenders shield has been evaluated. In order to be compatible, a vessel must have at least two shield fenders in contact with the parallel body; one at each side of the manifold midship and should not be less than 50% contact. This analysis has been done under the most unfavorable conditions which are; ballast with high water level and loaded with low water level combination in order to determine if position of the fenders and the parallel body is suitable for the design fleet.

The following figure shows the fender system available at the South West quay.

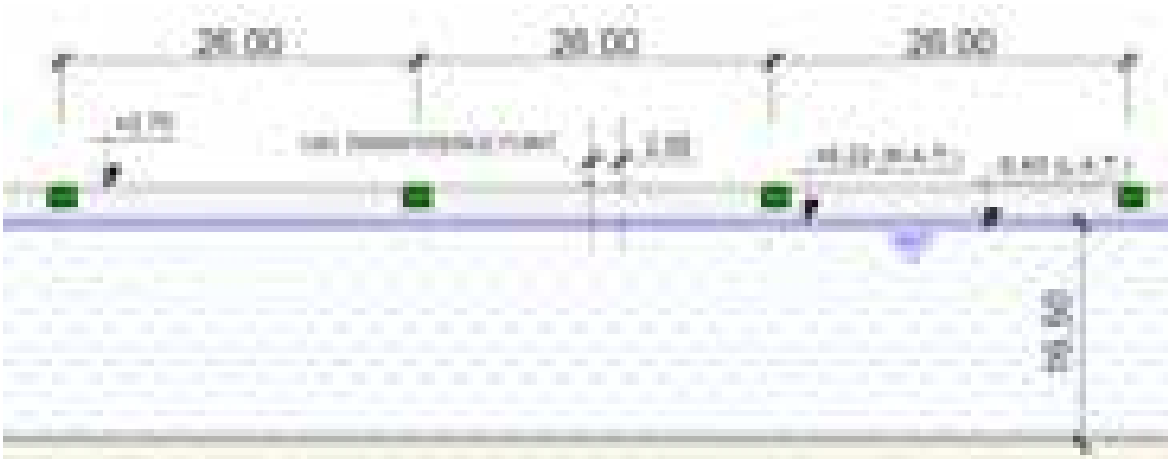


Figure 17. Front view of the South West quay

As it is shown in the above figure the distance between fenders is 26 metres which is the same between bollards that are located aligned with fenders.

In order to protect vessels from a hypothetical bow or stern impact of their hulls and the jetty´s edge, ROM 2.0-11 gives the recommendation that separation between fenders should not exceed the following values:

$$[0.15 \cdot L - 0.17 \cdot L]$$

If this expression is matched with the existing distance between fenders, the maximum vessel able to berth at the South West quay has a length overall of 150 m. As most of the small LNG carriers and an important part of the vessels that receive bunker service have less than 150 m of length overall, each particular case should be studied to confirm its compatibility.

In order to be able to receive vessels with less length overall than 150 m, an additional fender between each pair of existing ones shall be installed. It is necessary to install them in the space were the LNG transference point is and in the adjacent pair of fenders. In total, 3 fenders are proposed. The following figure shows the distances of the proposed fenders (in blue) regarding the existing (green).

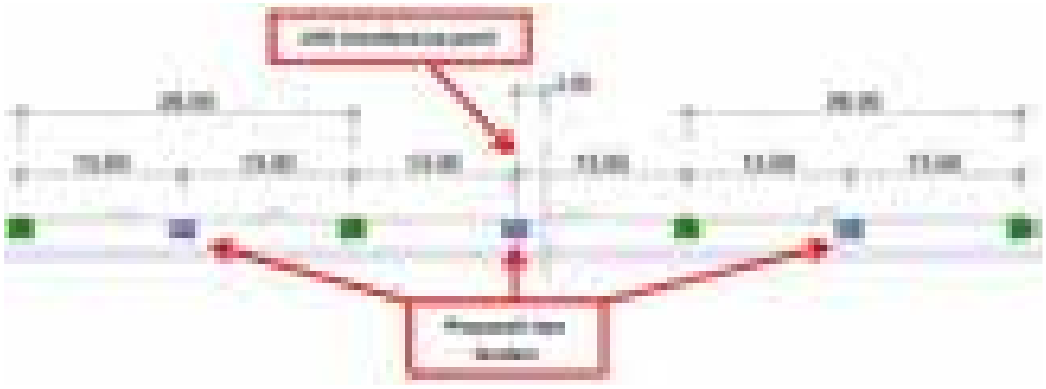


Figure 18. Proposed fenders in SW quay.

The type of fender used for the whole south west quay has been modelled as an SC 1150H grade E (55% deflection) to be on the safety side of the design. This model has a reaction force of 50.4 T/unit and energy absorption of 25.5 Tm /unit of fender. The dimensions of the shield are 2.00 metres length and 1.5 metres width.

The berthing energy from the approaching vessel to the quay should be studied in order to establish if the modelled fenders are compatible with the design fleet. To make this verification, R.O.M 2.0-11 formulation has been considered. According to this recommendation the kinetic energy surrendered from a vessel to a fender system (E_f) can be obtained using the following expression:

$$Ef = \left[\frac{1}{2}(C_m \cdot \Delta) \cdot (V_b)^2\right] \cdot C_e \cdot C_g \cdot C_c \cdot C_s \quad (1)$$

Where:

- Ef= kinetic energy surrendered from a vessel to a fender system
- C_m=Mass hydrodynamic coefficient
- Δ=Vessel displacement
- V_b=Vessel approach velocity (m/s)
- C_e=Eccentricity coefficient
- C_g=Vessel geometrical coefficient
- C_c=Berthing configuration coefficient
- C_s=stiffness coefficient of the fender system

The assumption adopted for the berthing vessel is that the whole berthing impact is supported by a single fender, as the following picture shows:

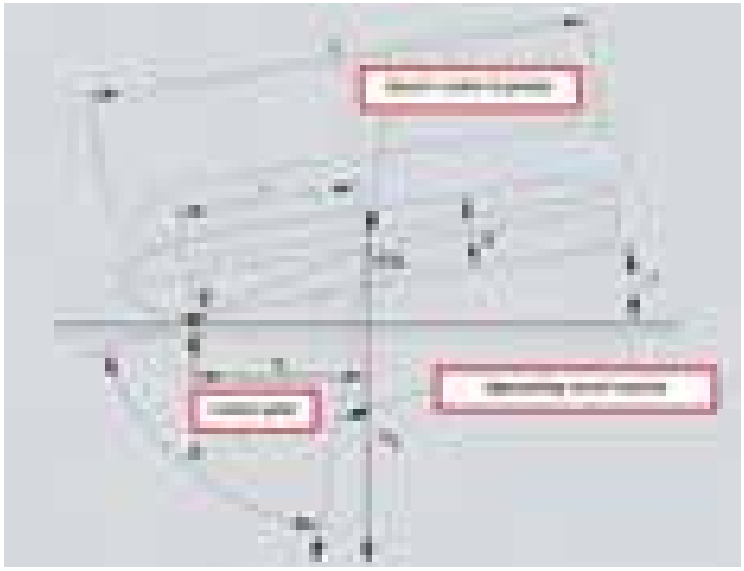


Figure 19. Pattern of berthing impact between vessel and fender.

The following cases have been studied:

a) Vessels with displacement lower than 10,000 tonnes

For vessels with a displacement of 10,000 tonnes or less, the factor that limits the energy is the vessel´s approach velocity. Therefore, in this case the expression (1) has been made in V_b resulting:

$$v_b = \sqrt{\frac{2 \cdot E_f}{C_m \cdot \Delta \cdot C_e \cdot C_g \cdot C_c \cdot C_s \cdot \gamma}}$$

The calculation has been done considering a displacement of 10,000 tonnes with the main dimensions of the vessel associated with this value (length overall, beam, distance between perpendiculars and loaded draft). Considering this, the maximum energy that fenders are able to absorb is related with a velocity of 0.18 m/s. This value is much higher than the common values adopted (0.12 m/s) therefore the calculation is done on the safety side and vessels with a displacement under 10,000 tonnes will safely berth on the existing fender system.

b) Vessels with displacement higher than 10,000 tonnes.

In this case the approach velocity is considered as 0.08 m/s. It has been calculated the biggest displacement that the fender can absorb. This process has been done taking into account that the fender as it is abovementioned has energy absorption of 25.5 Tm /unit. Making the expression (1) in function of the displacement (Δ) it results:

$$\Delta = \frac{E_f \cdot 2}{C_e \cdot C_g \cdot C_c \cdot C_s}$$

The calculation has been done iterating since the eccentricity coefficient is related with a block coefficient which also depends on the displacement. Therefore when both values are the same, this value is the limit wanted. In these conditions the displacement obtained is 59,000 tonnes for an approach velocity of 0.08 m/s. This result makes the current fender system appropriate with all the bunkering design fleet except for container ship 01 as it can be seen in the following table:

VEESEL/DIMENSIONS	DISPLACEMENT [TONNES]
TUGBOAT	350
ROPAX 01	33,800
ROPAX 02	5,200
RO-RO 01	21,000
RO-RO 02	6,630

CAR CARRIER 01	32,000
CAR CARRIER 02	10,000
CONTAINER SHIP 00	52,000
CONTAINER SHIP 01	91,000
CONTAINER SHIP 02	17,400

Table 5. Bunkering vessels displacements.

For the particular case of container ship 01, the approach operation should be carried out in a manner that the contact with the existing fenders system is made with several fenders at the same time so that the energy is distributed and fenders could be able to absorb all the energy.

9.2.1 Small scale LNG carriers

The geometrical compatibility of small LNG carriers is shown in annex I: "Small scale LNG carriers fenders geometrical compatibility" for each vessel. The LNG transference point has been designed in order that all the fleet is compatible.

As mentioned in previous sections, the minimum distance from the right corner to the LNG transference point of SW quay is approximately 481 metres. The reason of this is to assure that all the design fleet have at least one fender in contact at each side of the manifold´s vessel with the parallel body.

9.2.2 Bunkering vessels

Regarding vessels that will receive bunker service, the majority of vessels have a big flat surface and no problems of lack of contact between parallel body and fenders are expected. In annex IV: "Bunkering vessels geometrical compatibility and mooring layouts using the existing equipment" it can be seen that for the majority of cases where data regarding parallel body is available, there are always at least two fenders in contact with the hull of the vessel.

9.3.- MOORING LINE SYSTEM

The aim of this study regarding mooring line system is to evaluate the mooring layouts for each vessel of the design fleet in order to achieve a configuration that follows as far as possible OCIMF recommendations. Firstly a layout with the existing bollards is carried out and after that, an ideal mooring layout is proposed with additional measures like the implementation of bollards for the breast lines.

The following recommendations of OCIMF have been considered:

- Breast lines to be as perpendicular as possible with respect to the berthing line.
- Spring lines to be as parallel as possible to the berthing line.
- All mooring lines vertical angles to be lower than 25º.

- Mooring layout to be as symmetrical as possible with respect to vessel's manifold.

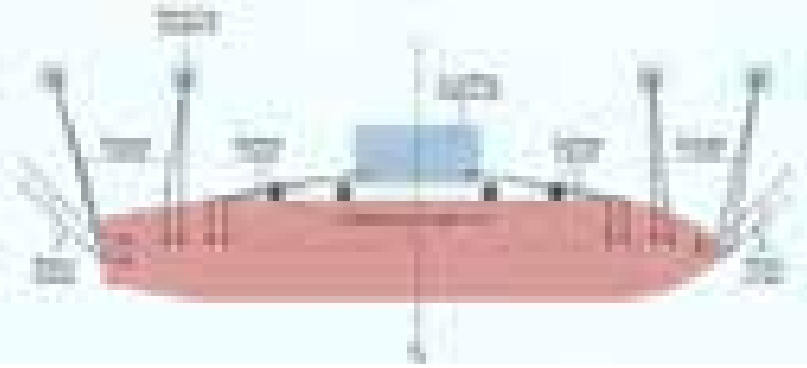


Figure 20 Ideal mooring pattern.

ROM 2.0-11 also gives recommendations of the ideal mooring layout for a continuous quay. The following figure shows the proposed angles for the three types of lines.

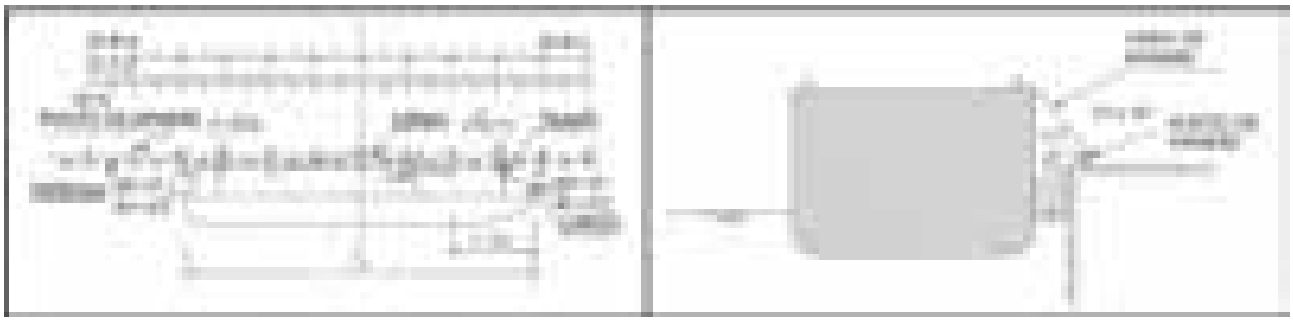


Figure 21. ROM 2.0-11 recommendation for ideal mooring arrangement.

9.3.1 Layout with the existing bollards

As it has been mentioned, a mooring layout with the existing bollards has been carried out with the hypothesis that no other equipment is added to the existing one. With these conditions, no breast lines can be considered because they would be too short, would not provide enough flexibility, and vertical angles might exceed recommended maximum angles. The proposed layout for the small LNG fleet in this case, has been carried out considering only spring and head/stern lines for mooring.

- **SMALL SCALE LNG CARRIERS**

For small scale LNG carriers the proposed mooring layout has been attached in annex II "Small scale LNG carriers mooring layouts using the existing equipment" The following general results have been obtained:

For the smallest LNG carriers which are 2,000 m^3 and 4,000 m^3. Two possibilities regarding its final mooring layout are considered; the first option will be with spring lines and head/stern

lines and the second one considering head/stern lines duplicated. The following figures show an example of both cases:

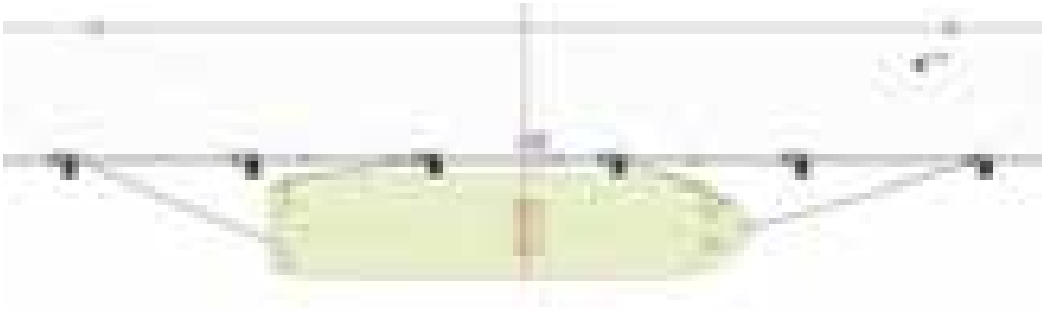


Figure 22. Mooring layout with single head/stern and spring lines.

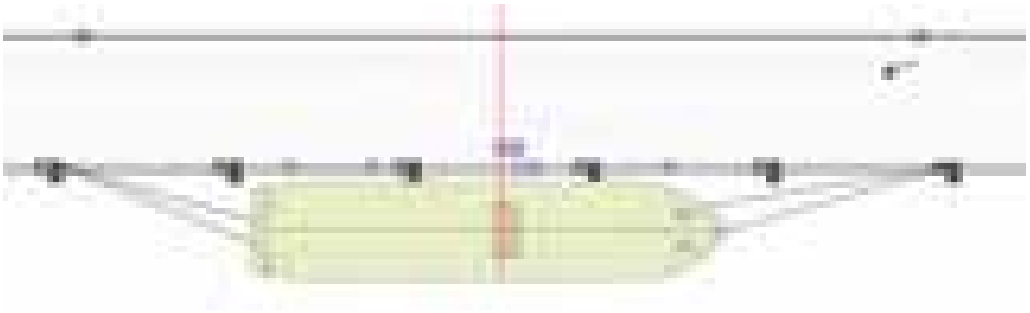


Figure 23. Mooring layout with pairs of head/stern lines.

As it can be observed, regarding OCIMF recommendations spring lines should be longer and head/stern lines angles are smaller than the recommended (45º±15º). Because of the reduced distance between low and high tide (0.65 m) and ballast and design draughts, no exceedance of vertical angles are seen in elevation for ballast-high level or loaded low vessel scenarios.

For the Norgas vessel, head spring line is shorter than the spring line. Vessel vertical angles are not expected to be higher than 25º.

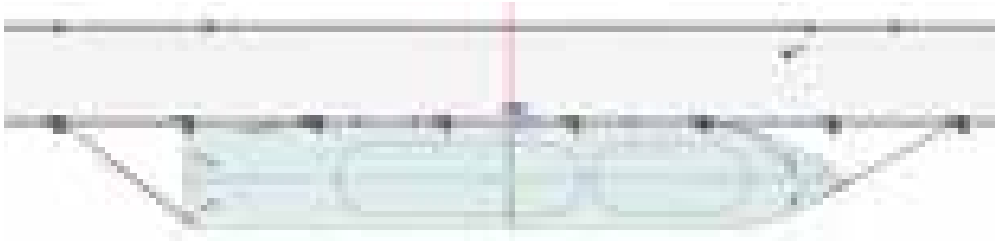


Figure 24. Mooring layout of Norgas vessel.

Regarding the three "Coral" LNG carriers; Coral Anthelia and Coral Methane have short spring lines. Concerning vertical angles, for ballast-high level combination, only Coral Energy has problems with its head spring line vertical angle which is higher than 25º.

For Aman Bintulu although spring lines are correct in terms of length and angle, plan angles for stern lines do not fulfil the recommended value of 45º±15º.

The 15,000 m^3 layout is correct except for the stern spring line which is too short and its vertical angle is in the acceptable limit.

Finally, regarding WSD50 20K, the head spring line is too short and this also causes that its vertical angle for the ballast-high tide combination is higher than the 25º recommended.

The following table shows the main elements of mooring layouts for each vessel using the existing bollards.

SMALL LNG CARRIERS	ADEQUATE SPRING LINES	ADEQUATE BREAST HEAD/STERN LINES	SYMMETRY OF LINES	ADEQUATE VERTICAL ANGLES
2,000 m^3	X	X	√	√
4,000 m^3	X	X	√	√
NORGAS	√	X	X	√
C. ANTHELIA	X	X	X	√
C. ENERGY	√	X	X	X
C. METHANE	X	X	X	X
15,000 m^3	√	X	√	X
AMAN BINTULU	√	X	X	√
WSD50 20K	X	X	X	X

Table 6. Main elements studied using the existing bollards.

Where; √ is acceptable and X is improvable.

- **BUNKERING VESSELS**

As the design fleet for bunkering vessels is too wide regarding its characteristics and available information is not accurate enough to adopt relevant improving measures, it only has been developed a study of the mooring layout for the existing equipment. Most of the final layouts give reasonable results therefore is not necessary to design new mooring points to improve the mooring configuration. The results are attached in annex IV: "Bunkering vessels geometrical compatibility and mooring layouts using the existing equipment".

The fleet for bunkering is wide and can be separated in four types; Car Carriers, Ro-Pax, Ro-Ro and container ships. The available data for bunkering vessels have reliable values for loaded draughts; therefore the case studied is loaded and high water level combination.

For safety reasons, mooring lines shall never be interfering with the LNG transference system, regardless it is done by means of arms or flexible hoses. In this sense, every potential LNG bunkering receiver ship shall be carefully analyse in terms of mooring arrangement in order to avoid crossings between mooring and transference systems.

Generally speaking bunkering vessels have bigger dimensions, spring and head/stern lines are longer which allows having more flexibility.

The results for each vessel are the following:

For tugboats, because of their small overall length values the ship can be moored only with two lines, one at each side of its mid-ship. Tugboats have their own fender system which makes easier its compatibility along the whole dock.

Regarding Ro-Ro carriers, their length overall ranges from 120 m to 190 m approximately. For this type of vessels, breast or head/stern and spring lines are compatible in terms of longitude for lengths close to 190 m. For smaller vessels spring lines get shorter, therefore the lower length overall the vessel has, the shorter length of spring line is obtained. Symmetry is achieved for extreme cases although for the biggest vessels is lower.

For car carriers there are no problems with spring or head/stern lines. Both lines are symmetric and their lengths are correct. No problems with vertical angles are expected.

Regarding container ships, apart from the safety measures abovementioned for each vessel the main mooring layout characteristics are:

For container ship 00 (highest draught) spring lines and head/stern lines are correct in terms of symmetry, angles and lengths. No problems with vertical angles are expected.

Regarding container ship 01 (biggest length overall) spring lines and stern lines are correct. The head line plan angle is low but acceptable. No incompatibilities with vertical angles are seen in the mooring layouts.

Finally for container ship 02, a mooring layout with three head/stern lines has been developed as an alternative to avoid the interference between mooring lines and potential transference equipment. In this case symmetry is achieved and plan angle are close to the recommended values.

9.3.2 Layout with new equipment for small scale LNG carriers

For small scale LNG carriers, new mooring points are proposed for the south west quay to achieve a correct mooring layout.

a) Breast head/stern lines

Depending on each vessel, these proposed mooring points are able to work as breast lines when they tend to be perpendicular or as head/stern lines when the plan angle is close to 45º.

For the new location of the mooring points, the distance between the edge of the jetty and the new equipment has been taken as 20 m so that lines have a minimum length that guarantees sufficient flexibility.

With these conditions and all the vessels overlapped in plan view, two positions at both sides of the manifold have the main concentration of lines:

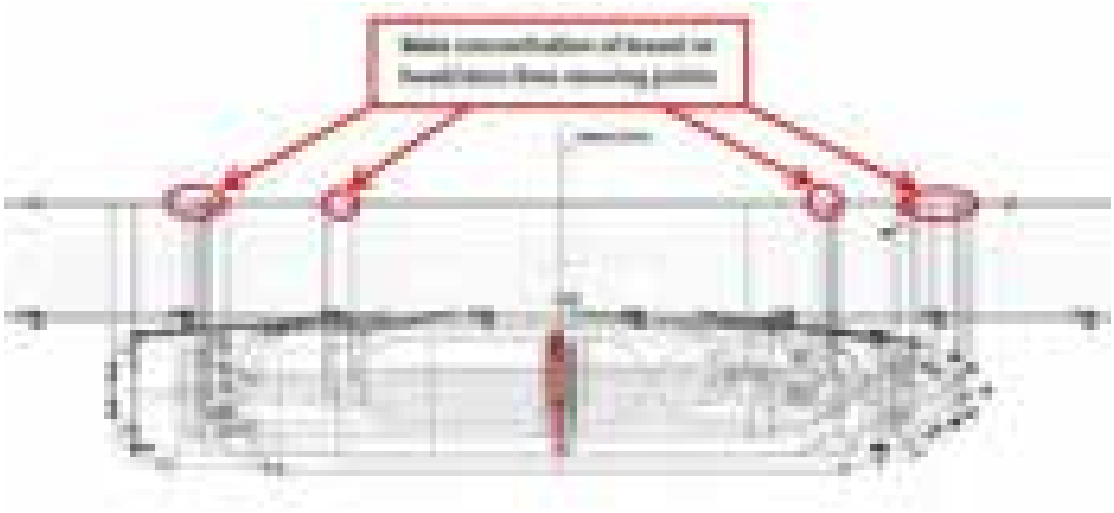


Figure 25. Concentration of lines for all the small scale LNG design fleet.

The following step is to set the final mooring positions for the new lines. The consideration followed has been to establish the positions where the majority of the lines are located in the above figure. With this condition, the final layout of the jetty with the new proposed mooring points for breast or head/stern lines is the following:

Figure 26. Head and stern lines for all the small scale LNG design fleet.

As it is shown in the above picture most of the lines tend to form an angle of 45º but for some particular cases they are perpendicular and they would perform more similarly to a breast line. The inner mooring points are mainly for 2,000 and 4,000 m^3 carriers which are the smallest of the design fleet while the extreme points are for bigger small scale LNG carriers.

In case that the arriving of 2,000 and 4,000 m^3 carriers is not expected for a high frequency, the inner mooring points can be omitted and only the extreme ones could be installed.

b) Spring lines

In order to design the new location for the mooring equipment of spring lines, the following criteria has been considered:

- The new equipment would be aligned with the existing bollard system so that spring lines could be maintained as parallel as possible with minimum angles.
- Spring lines would have a minimum length of 30 metres. For most of the design fleet a length of 35 metres has been considered.

With these conditions and all the vessels overlapped in plan view, two positions at both sides of the manifold have the main concentration of lines:

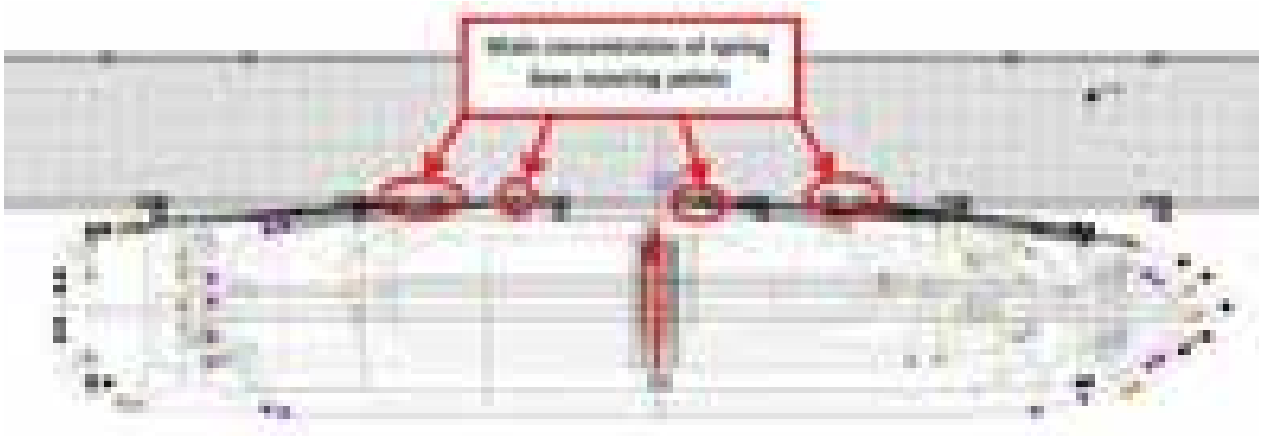


Figure 27 Spring lines concentration for all the small scale LNG design fleet.

After studying all the scenarios it is necessary to set the final mooring positions for spring lines. The criteria followed for this has been the consideration that the majority of the lines are as parallel as possible to the vessel. With this condition, the final layout of the jetty with the new proposed mooring points for spring lines is the following:

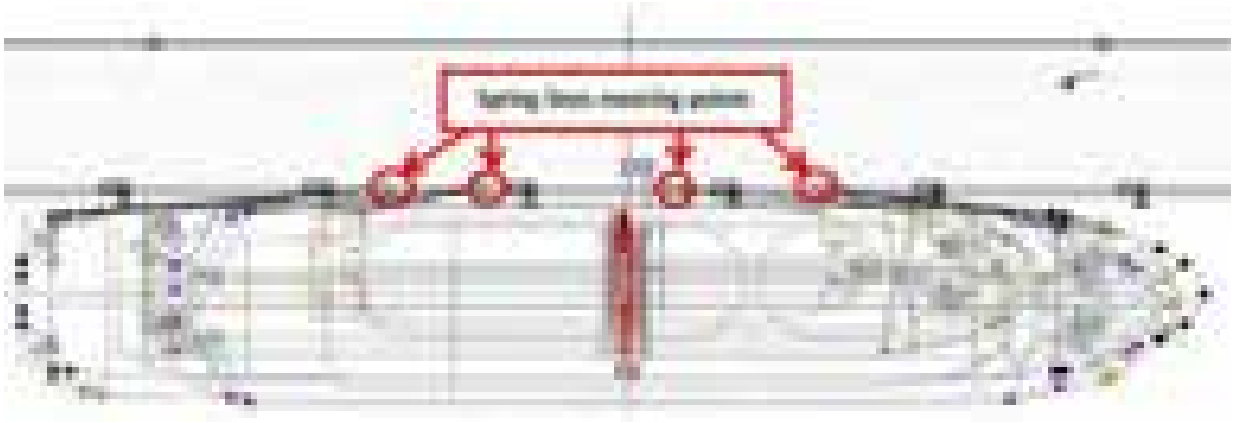


Figure 28 Spring lines for all the small scale LNG design fleet.

As happened with the breast or head/stern lines mooring points, with the new spring mooring lines there are two inner points which are for 2,000 and 4,000 m^3 vessels (the smallest of the LNG design fleet). If the arriving frequency at the Port of these vessels is considered lower than for the rest of the fleet, it could be considered the possibility of including only the extreme new mooring points.

Therefore, the following equipment is proposed:

- 4 new mooring points for head/stern lines situated 20 metres inside the jetty.
- 4 new mooring points for spring lines located 1 metre inside the jetty.

The distances regarding the LNG transference point in plan are shown in the following figure where the top circles represent the location for head or stern lines and circles aligned with the existing bollards are for spring lines.

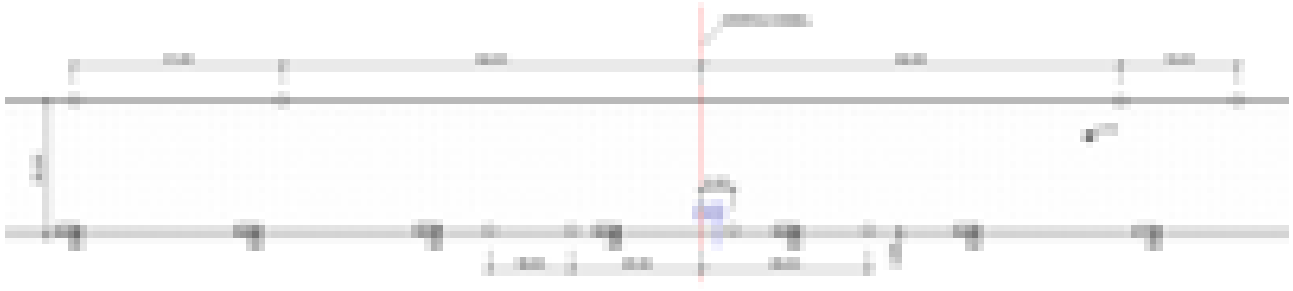


Figure 29 Plan view of the new mooring points for small scale LNG carriers.

With this new equipment the layout for the small scale LNG carriers is shown in the following figure.

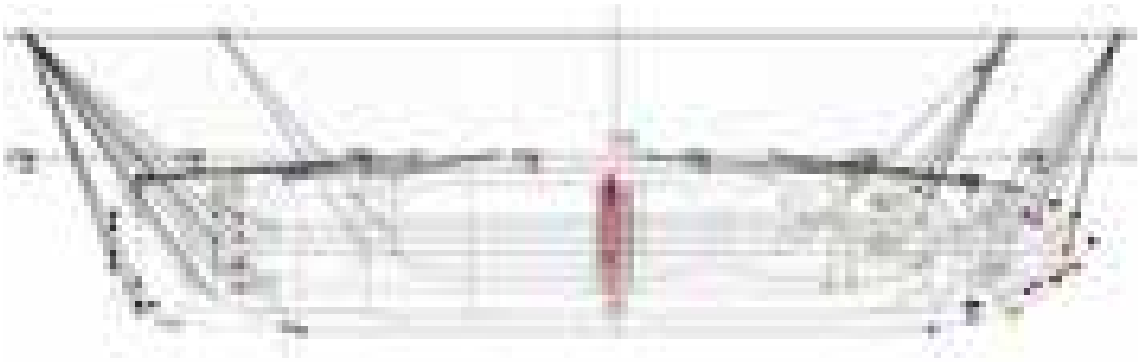


Figure 30 Layout with new mooring points for small scale LNG carriers

For each vessel of small scale LNG carriers, a layout of the mooring lines with the new mooring points has been carried out in annex III: "Small scale LNG carriers mooring layouts using new mooring points".

As result from the proposed new layout for all small scale LNG carriers the following table shows the improvement achieved with the new proposed mooring points:

SMALL LNG CARRIERS	ADEQUATE SPRING LINES	ADEQUATE HEAD/STERN LINES	SYMMETRY OF LINES	ADEQUATE VERTICAL ANGLES
2,000 m^3	√	√	√	√
4,000 m^3	√	√	√	√
NORGAS	√	√	√	√
C. ANTHELIA	√	√	√	√
C. ENERGY	√	√	√	√
C. METHANE	√	√	√	√
15,000 m^3	√	√	√	√
AMAN BINTULU	√	X	X	√
WSD50 20K	√	√	√	√

Table 7. Main elements of compatibility using the proposed mooring points.

As it can be seen in the above table most of the design fleet fulfills the OCIMF and ROM recommendations with the proposed measures.

9.4.- DEPTH AT THE BERTH

The minimum depth along the whole SW quay is -16.50 m as it can be seen in the available bathymetry. No problems with draught requirements are expected for small scale LNG carriers. The limit of draught that the South West quay allows is obtained using the ROM 2.0-11 formulation. According to this recommendation, the following simplified formulation could be considered in order to estimate the necessary draught in a berth. This method differences sheltered and unsheltered locations and ship displacements above or below 10,000 tonnes. The following table shows the approximation considered for this case:

	VESSEL WITH THE HIGHEST DRAUGHT IN LOADED LOW ASTRONOMICAL TIDE COMBINATION	h1	h3
Berth constructions in sheltered areas	Vessels with big displacement (≥ 10,000 tonnes)	$1.08 \cdot D_e$	1.00 m
	Vessels with small or medium displacement (<10,000 tonnes)	$1.05 \cdot D_e$	0.75 m
Berth constructions in unsheltered areas	Vessels with big displacement (≥ 10,000 tonnes)	$1.12 \cdot D_e$	1.00 m
	Vessels with small or medium displacement (<10,000 tonnes)	$1.10 \cdot D_e$	0.75 m

Table 8. Formulation proposed by ROM 2.0-11 to estimate needed draught.

Being h1 and h3 the two components that sum the total minimum draught. (h=h1+h3)

In this particular case, the south west quay is a sheltered location and the vessel is considered as one with big displacement, therefore the expression is:

$$h=1.08 \cdot D_e + 1.00$$

As it is abovementioned, the maximum depth at the SW quay is h=16.50 m and the worst scenario regarding tide is lowest astronomical tide which is -0.43 m; therefore the minimum available depth is 16.07 m. Equalizing this value to the expression from the table, the maximum static draught (D_e) obtained is 13.95 m.

All the draughts of the design fleet are less than 13.95 m therefore they do not represent a problem concerning this requirement. For container ship 00 which has a draught of 14.00 m, the low difference (0.05 m) shows that it is likely that with furthered studies and with more slightly safety factors no problems are expected.

10.- DESIGN FLEET

This document will focus on the layout of the design cases of small scale LNG carriers and Bunkering vessels. Therefore 4 cases are shown, the rest of the design fleet results are attached in annexes I to IV.

Hereafter are shown the extreme cases for small LNG carriers:

- 2,000 m^3 (smallest LNG carrier)
- WSD50 20K (biggest LNG carrier)

For bunkering vessels the extreme cases are:

- Ro-Pax 02 (smallest length overall)
- Container Ship 01 (biggest length overall)

11.- 2,000m^3 (Smallest LNG carrier)

11.1.- FENDERS

The following figures show the ballast-high level and loaded-low water combinations for the 2,000 m^3 LNG vessel.

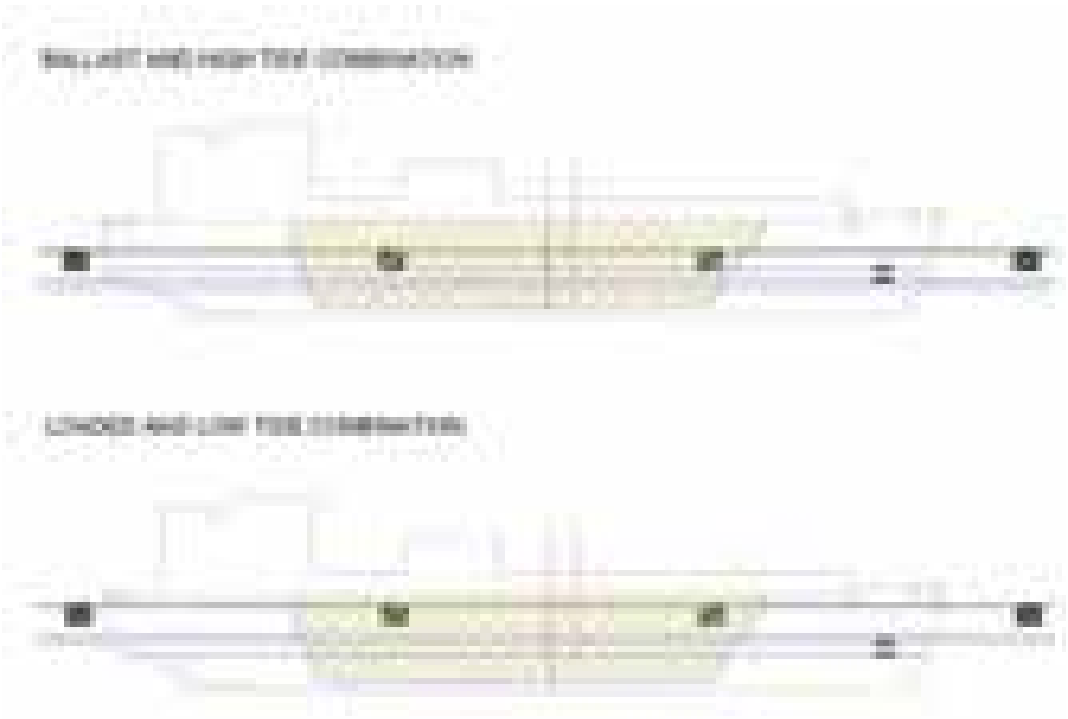


Figure 31 Interface fender-parallel body for 2,000 m^3 LNG carrier.

In both cases there is a fender in contact with the parallel body of the vessel at both sides of the manifold; therefore the 2,000 m^3 vessel is compatible.

11.2.- BERTHING AND MOORING

For the smallest vessels of 2,000 and 4,000 m^3 of capacity two cases have been considered;

1) Vessel moored with spring and head/stern lines.
2) Vessel moored with two head/stern lines

The following figure shows the current mooring layout of the 2,000 m^3 small scale LNG carrier.

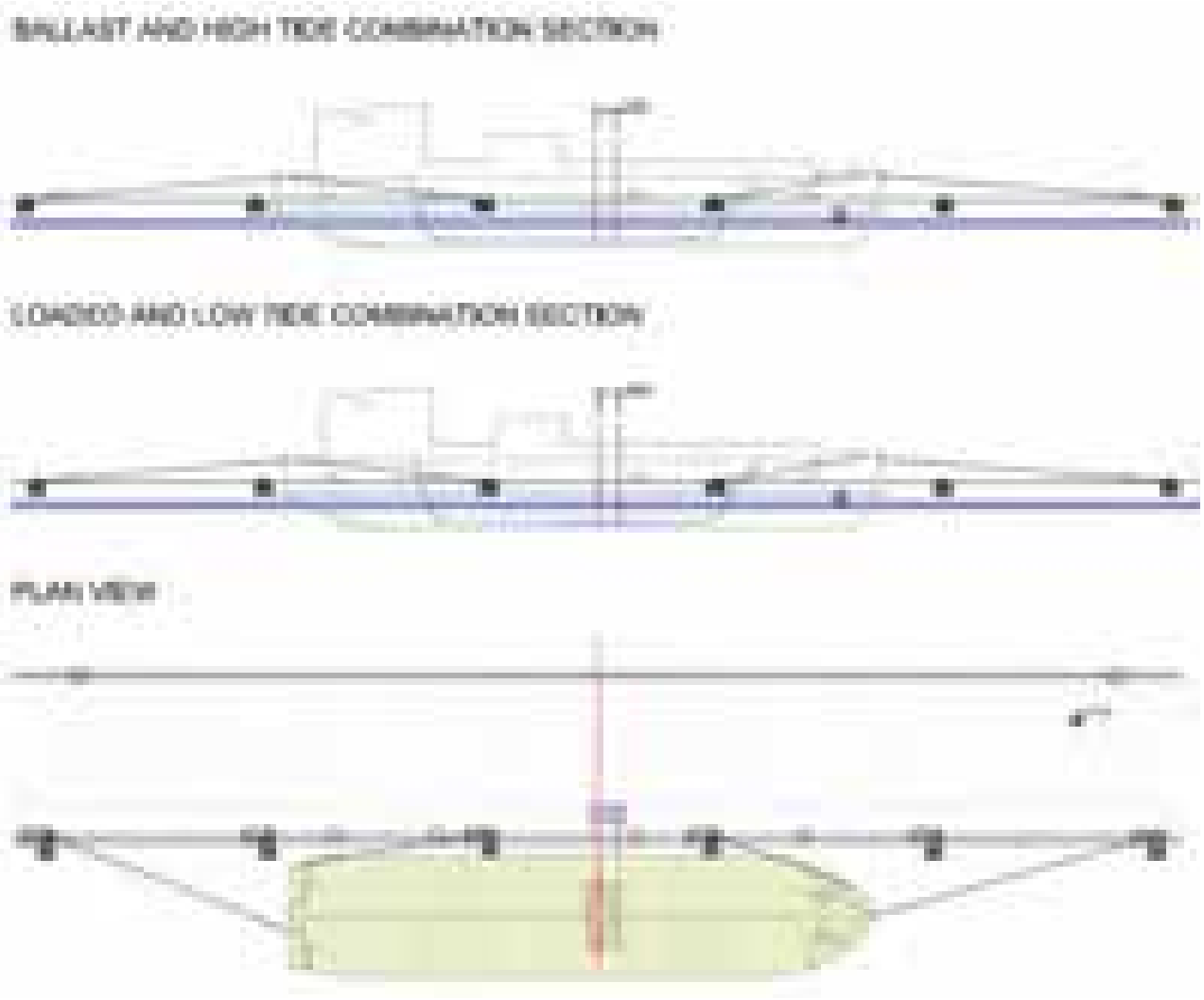


Figure 32 Mooring layout with the existing equipment (spring and head/stern lines).

The other alternative with the 2,000 m^3 vessel is the mooring situation with two head/stern lines which is shown in the following figure.

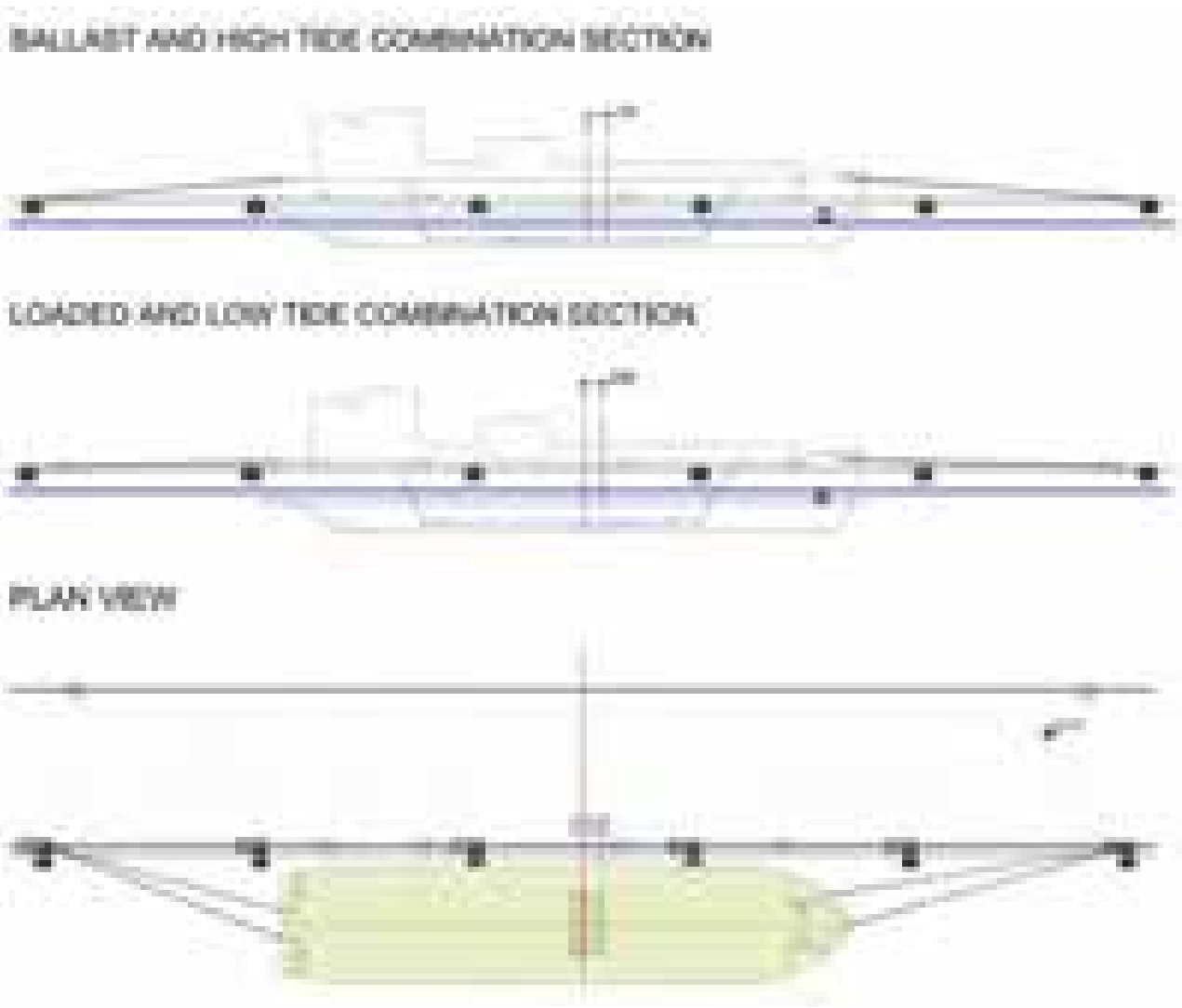


Figure 33 Mooring layout with the existing equipment (two head/stern lines).

As it is explained in paragraph 3.5.2 a layout with new mooring points has been carried out for the small scale LNG carriers in order to improve the mooring arrangements and to follow OCIMF recommendations. The following figures show the new layout for both cases; spring-head/stern lines and two head/stern lines.

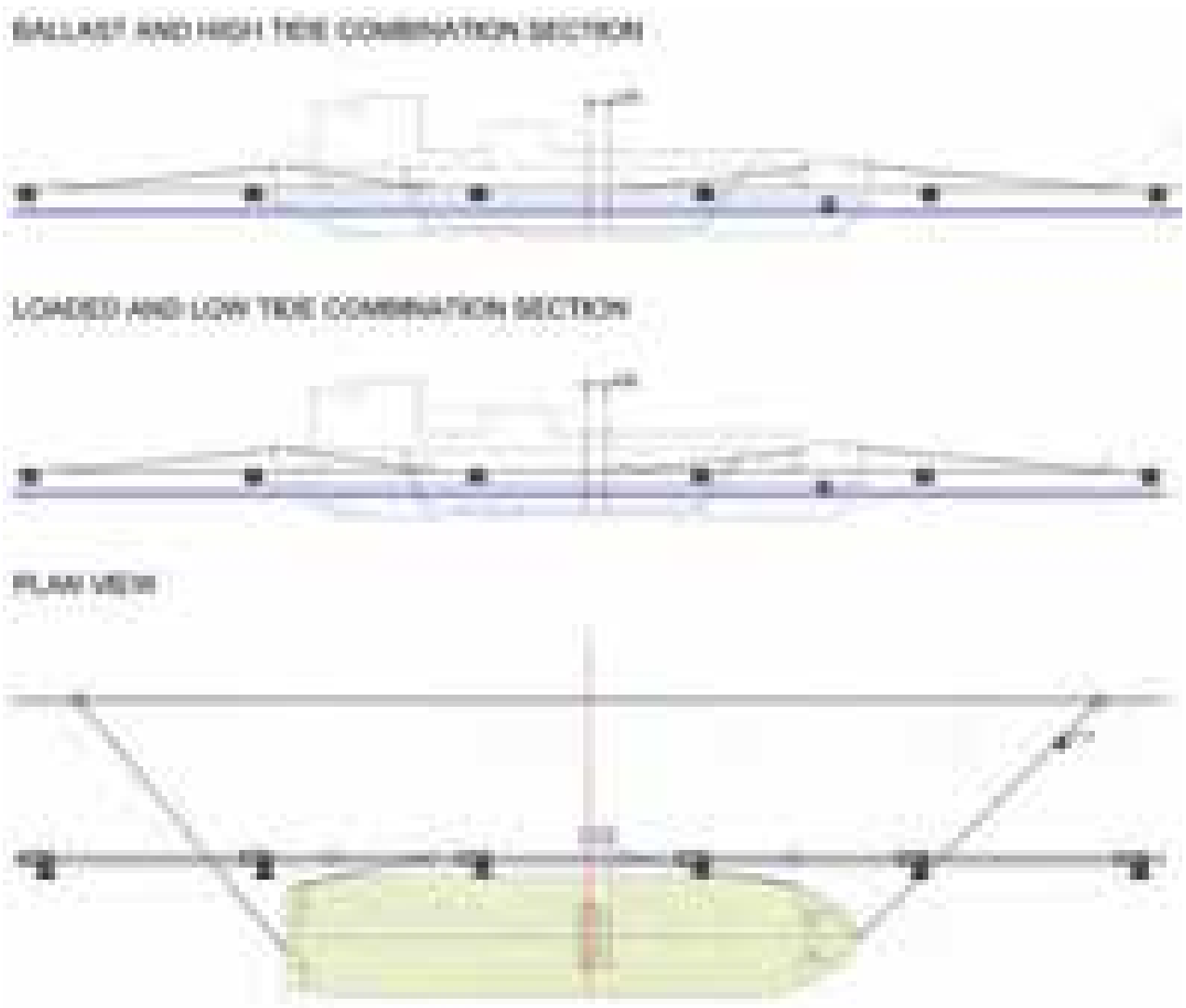


Figure 34 Mooring layout with the new mooring points (spring and head/stern lines).

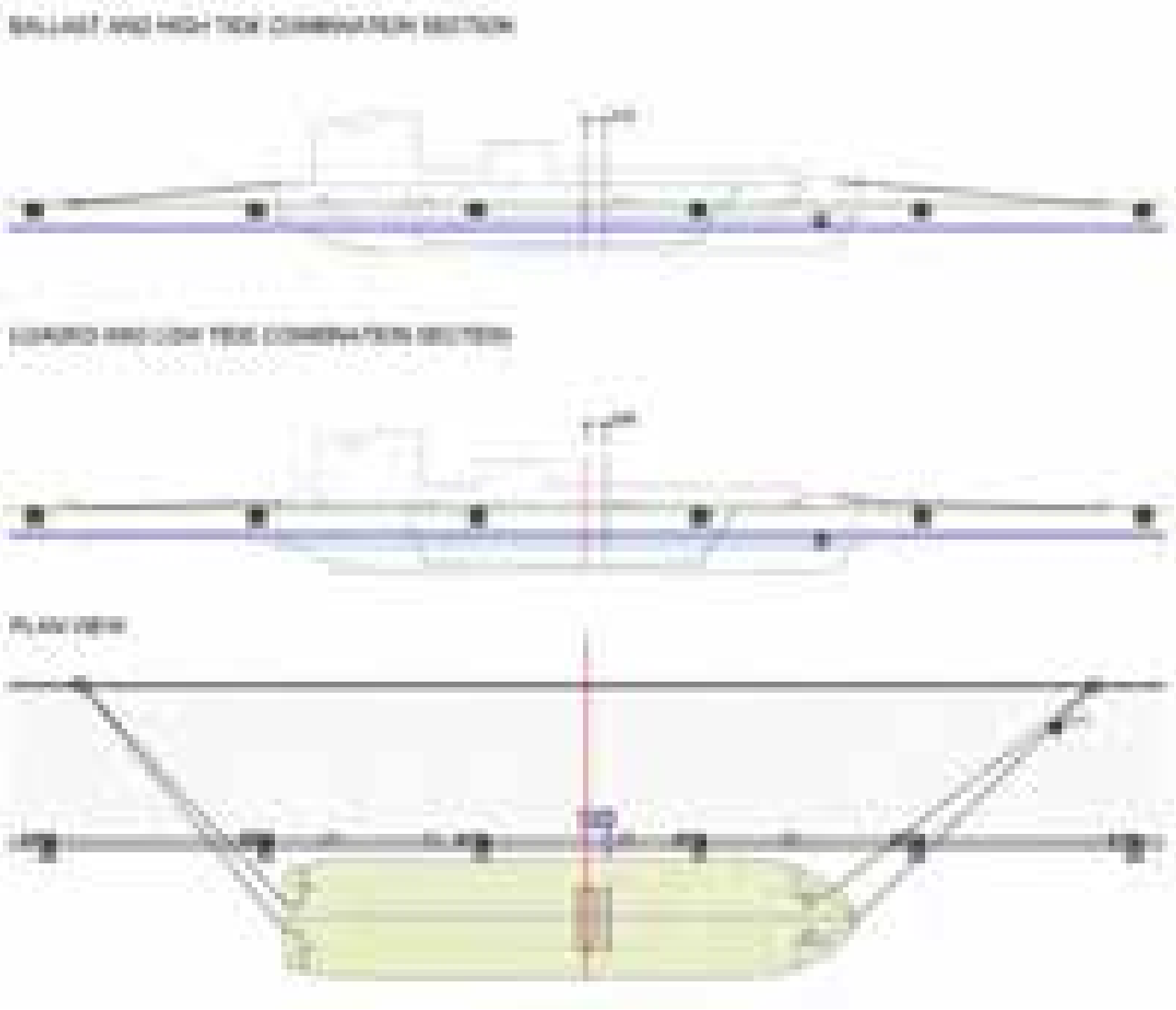


Figure 35 Mooring layout with the new mooring points (two head/stern lines).

12.- WSD50 20K (Biggest LNG carrier)

12.1.- FENDERS

The following figures show the ballast-high level and loaded-low water combinations for the WSD50 20K LNG vessel.

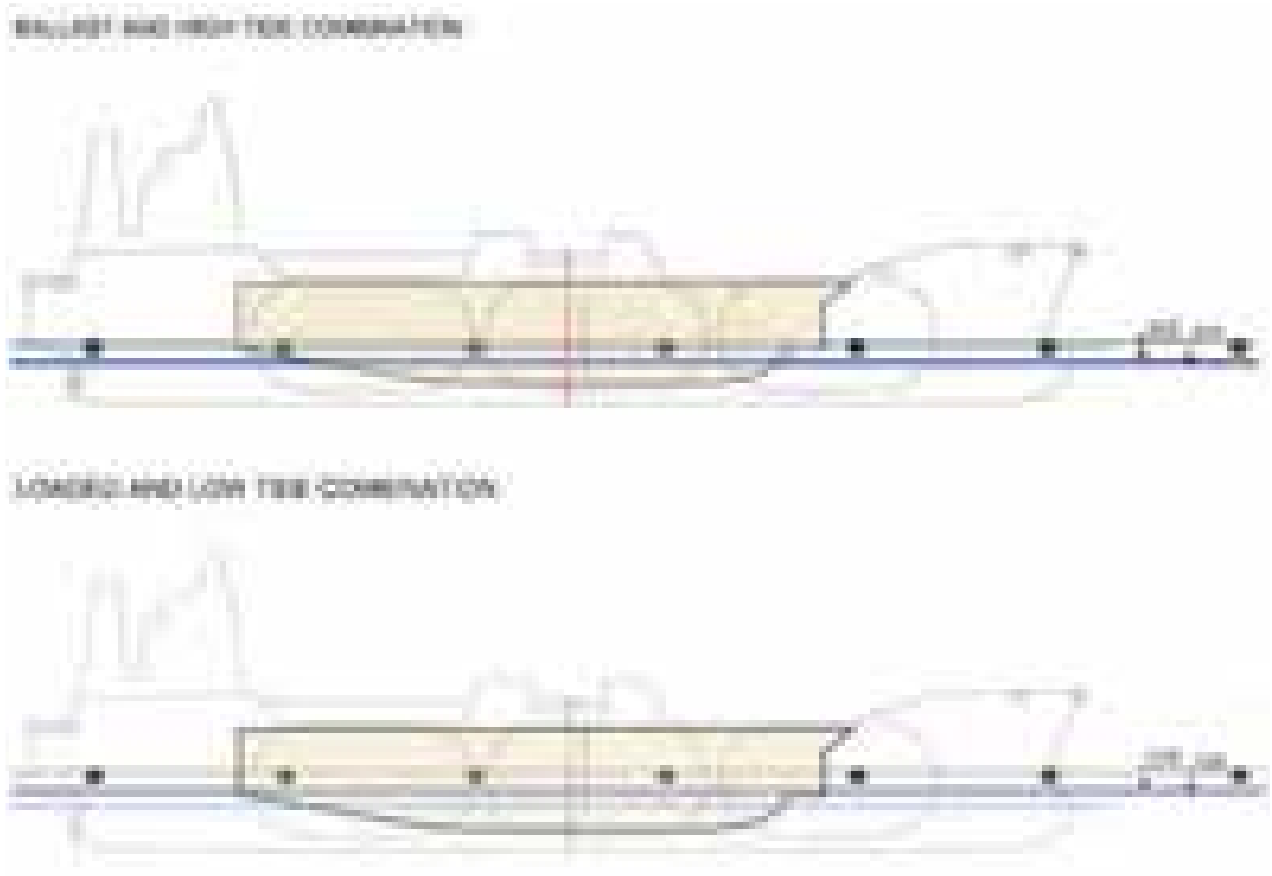


Figure 36 Interface fender-parallel body for WSD50 20K LNG carrier.

In both cases there is at least a fender in contact with the parallel body of the vessel at both sides of the manifold; therefore the WSD50 20K LNG carrier is compatible.

12.2.- BERTHING AND MOORING

The following figure shows the current mooring layout of the WSD50 20K small scale LNG carrier.

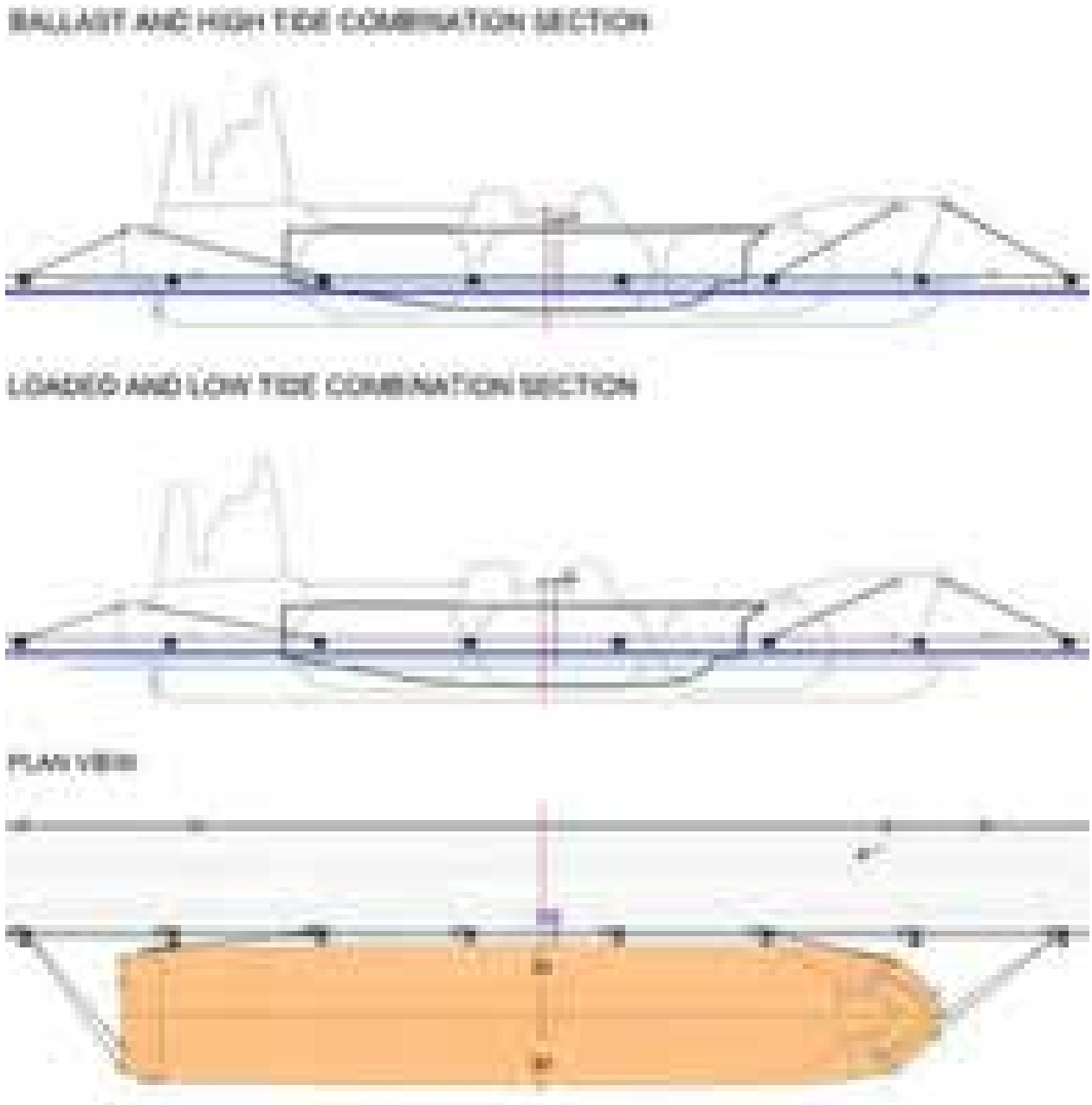


Figure 37 Mooring layout with the existing equipment.

In this case the lines are correct regarding symmetry, plan and vertical angles.

13.- ROPAX 02 (Smallest overall length of bunkering vessels)

13.1.- GEOMETRICAL COMPATIBILITY AND MOORING LAYOUT

For the ROPAX 02 which represents the minimum length overall of bunkering vessels (101 metres), the following figure shows the loaded-low water level combination and the plan view where the vessel has been moored using the existing bollards.

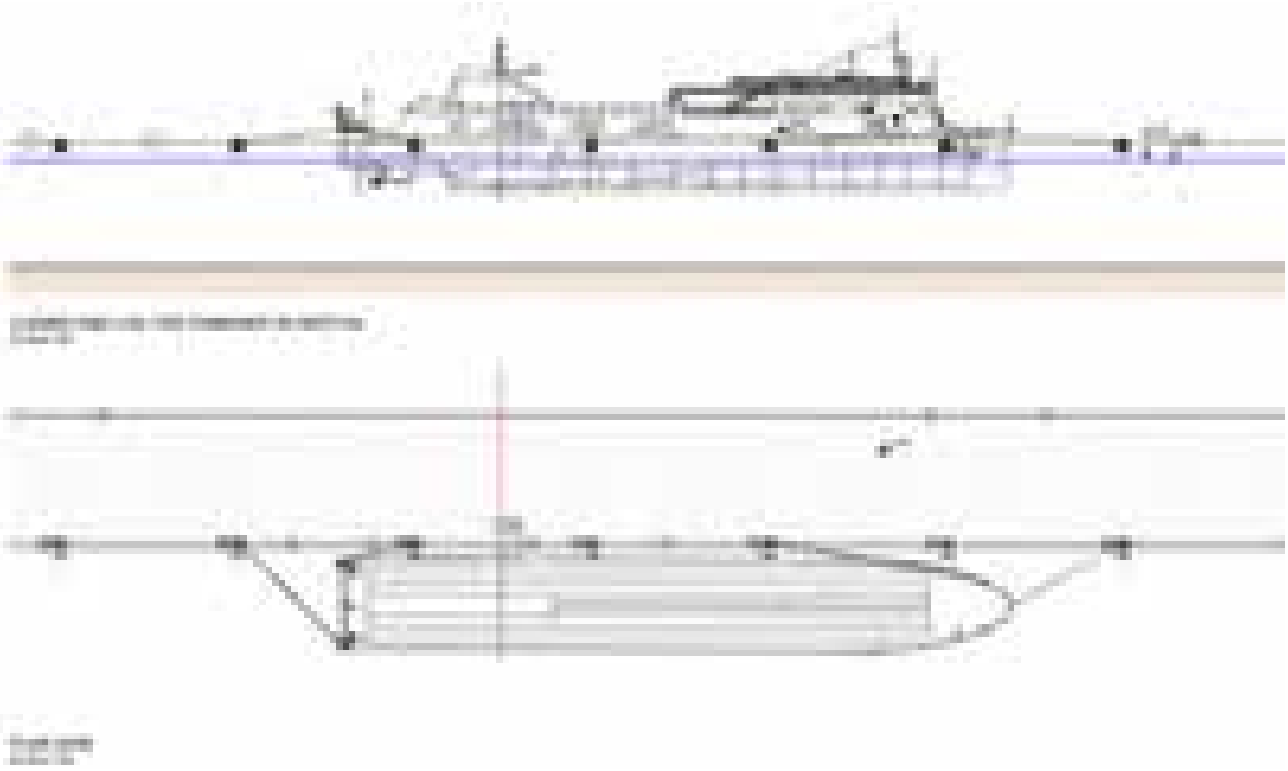


Figure 38 Geometrical compatibility and mooring layout for ROPAX 02.

As it can be seen in the figure, two or more fenders are in permanent contact with the parallel body of the vessel and at least the 50% of each fender contacts.

Concerning the mooring layout for this vessel, spring lines are not symmetric and the head spring line is not as parallel as the stern spring lines. The shown layout is the only available with the existing equipment.

14.- CONTAINER SHIP 01 (Biggest overall length)

14.1.- GEOMETRICAL COMPATIBILITY AND MOORING LAYOUT

The Container Ship 01 has the biggest overall length of the bunkering vessels fleet (294 m). The following figure shows the loaded-low water level combination and the plan view where the vessel has been moored using the existing bollards.

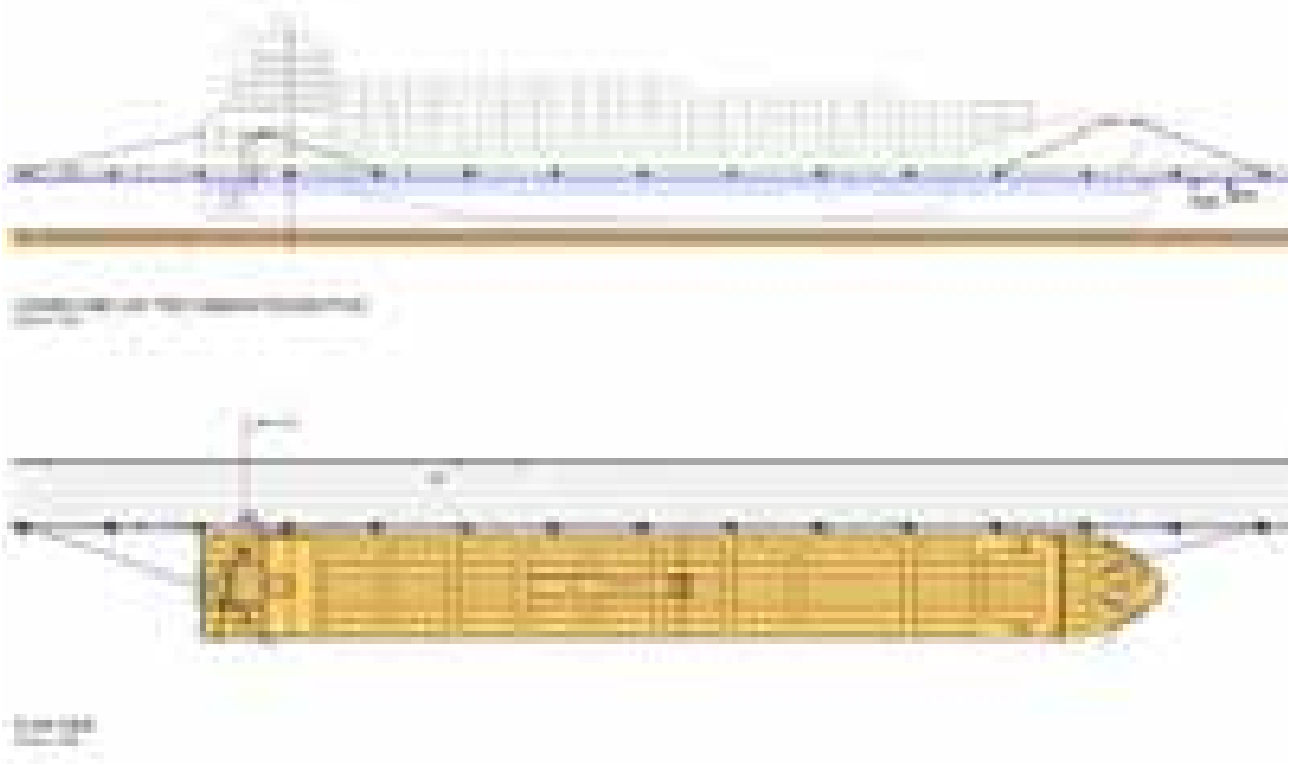


Figure 39 Geometrical compatibility and mooring layout for container ship 01.

As it can be seen in the above figure, there is sufficient number of fender in contact with the parallel body of the vessel.

Regarding its mooring layout, as it has been mentioned in paragraph 3.5.1 in this case the vessel manifold and LNG transference point are slightly misaligned in order to avoid interaction between stern spring lines and hoses. As it is shown in the figure, spring lines are symmetric and parallel with the vessel. The stern line is correct regarding plan angles, but the head line has a much smaller angle than the recommended 45^0. Therefore the only problem with its mooring layout is the lack of symmetry for these lines.

15.- CONCLUSIONS AND PROPOSED ACTIONS

The study is focused on the conceptual design of the new facilities to be designed to provide a bunkering service at Sagunto Port.

The general conclusions obtained are described below.

Berthing System

Regarding interface fenders-parallel body of the design fleet, no relevant incompatibilities are expected neither with small scale LNG carriers or bunkering vessels fleet:

- LNG transference point location: it has been established from a distance of 481 m from the right corner in order to assure that all the small scale LNG carriers could be compatible.
- The tidal range goes from -0.43 m for lowest astronomical tide to +0.22 m for highest astronomical tide. As the total range is not very high, there are not big differences between both extremes and is easier for the vessels to fulfil compatibility requirements.
- Bunkering vessels: one of the main characteristics of the considered typologies of vessels is that they have a big flat surface at both sides which enables its compatibility.

Because of all these reasons, the current fender system is effective for berthing and there is an adequate contact between parallel body and fender system.

Regarding the berthing operation as it has been mentioned it would be desirable to install fenders in between three pair of existing fenders to assure the integrity of the smallest LNG carrier (2,000 m^3).

Mooring System

The mooring layouts have been studied separately and the results obtained are the following:

<u>Small scale LNG carriers</u>

For small scale LNG carriers all the vessels do not fulfil OCIMF and ROM 2.0-11 recommendations using the existing bollards. The main issues are related with head/stern lines angles and longitudes of spring lines.

<u>Bunkering vessels</u>

For bunkering vessels lines are longer and for most of the cases, mooring layouts are acceptable under a compatibility point of view.

In further stages of the project, it will be desirable to have more accurate information about the vessels arriving at Sagunto´s Port in order to stablish the real limitations which may occur. However, according to the results of the study, some modifications could be implemented in order to improve safety conditions for potential future target fleets:

15.1.- New fenders between the existing ones

According to ROM 2.0-11 recommendation, as it has been explained in section 9.2, two new fenders should be installed between the existing fenders of the LNG transference point and in the space of the adjacent pair of fenders. The characteristics of the fenders to be installed can be similar to the existing ones, which are the following:

- Fender SC1150H
- Shield dimensions: 2.00 m length and 1.5 m width

15.2.- Implementation of Quick Release hooks/bollards for the new mooring points

Regarding mooring layouts, in general terms for bunkering vessels no incompatibilities are expected. The main proposed action would be to implement similar bollards to the existing ones at each side of the LNG transference point in order to avoid the interaction between stern spring lines and hoses.

Concerning small scale LNG fleet, as it has been explained in section 9.3 it would be desirable to implement new mooring equipment for this particular fleet.

The idea is to provide the mooring points with the following equipment:

a) For the four new mooring points which are 20 m inside the quay, triple quick release hooks would be needed. These lines would act as breast or head/stern lines depending on each vessel. In case the smallest vessels (2,000 and 4,000 m^3) calling frequency at Sagunto´s Port is not expected to be too high; the inner new mooring points could be omitted considering only the extreme ones.
b) Regarding the new mooring points located at the edge of the jetty, double quick release hooks would be appropriate in order to have adequate spring lines.

ISO 28460 stablishes that for LNG carriers, quick release hooks shall be installed as mooring equipment for this fleet. If other options are considered, like the installation of bollards instead of quick release hooks, further studies should be carried out.

15.3.- Schedule

Regarding the time needed for the implementation of the mentioned actions, it is likely that the new equipment could be installed within a two or three months schedule, always taking into account that the study is focusing only in the nautical equipment. The needed equipment concerning the process of LNG transport is out of the scope of the present study and should be studied separately.

15.4.- Equipment cost

Summarizing the equipment proposed is the following:

- 4 triple quick release hooks for the breast or head/stern lines

- 4 double quick release hooks for the spring lines
- 3 new fenders between the existing ones in order that separation between fenders is compatible with the proposed design fleet of small LNG carriers.

The following table shows +/- 30% cost for the proposed actions:

Equipment	Number of elements	Unitary Cost in €	Total cost
Triple quick release hooks	4	60,000	240,000
Double quick release hooks	4	50,000	200,000
Fender SC1150	3	65,000	195,000
TOTAL SUM			**635,000**

Table 9. Total cost of the implementation of the equipment in the SW quay.

16.- EXTENDED STUDY WITH NEW CONDITIONS

The previous study could be considered as an approach to this analysis with a wide range of data. In this extension, the aim is to define more precisely the new SW quay configuration and to reduce the distance from the right corner already obtained. The following considerations have been undertaken with respect to previously carried out study;

- Minimum extension of SAGGAS current concession area.

Figure 40. SAGGAS concession area.

- The design fleet has been reduced only to the small LNG carriers, therefore no bunkering vessels are taken into account henceforth. Within the small LNG carriers design fleet, two ranges have been considered: the three smallest ones (up to 6,500 m^3) and the whole design fleet.
- Two hypotheses are developed in the following paragraphs, simultaneous and non-simultaneous operations.
- All the proposed berthing positions in simultaneous and non-simultaneous operations are portside.

17.- DESIGN FLEET

As it is abovementioned, the considered design fleet is based on small LNG carriers with capacity from 2,000m^3 to 20,000m^3.

Characteristics	Capacity [m^3]	Length Overall [m]	Length between perpendiculars (m)	Beam [m]	Moulded Depth [m]	Loaded draft [m]	Ballast draft [m]
2,000m^3	2,160.00	70.00	66.90	14.80	8.10	4.06	3.08
4,000m^3	4,040.00	90.00	85.90	15.70	9.40	5.10	3.45

CORAL ANTHELIA	6,500.00	115.00	108.00	16.80	9.80	7.00	4.86
CORAL METHANE	7,387.00	137.80	110.20	18.60	10.60	7.15	5.56
NORGAS	9,830.50	137.10	129.74	19.82	11.50	6.70	4.70
15,000m^3	15,000.00	125.00	117.00	22.50	15.00	6.40	5.40
CORAL ENERGY	15,577.00	155.00	146.00	22.70	14.95	8.19	5.50
AMAN BINTULU	18,645.00	130.00	124.00	25.70	16.60	7.00	6.11
WSD50 20K	20,000.00	147.25	138.70	25.30	17.60	7.80	6.05

Table 10. Small scale LNG carriers design fleet

18.- EXCLUSION ZONES AND SAFEGUARD

The following zones have to be considered for the development of the 4 cases studied in the present study.

a) Exclusion zone

The exclusion zone adopted in the existing jetty when a LNG carrier berthed does not allow the occupancy of any space around the vessel in a distance of 45m from bow, 49m from stern and 15m portside. The following figure shows this exclusion zone which is in total 108 m (sum of 40 and 68 m) from the right corner:

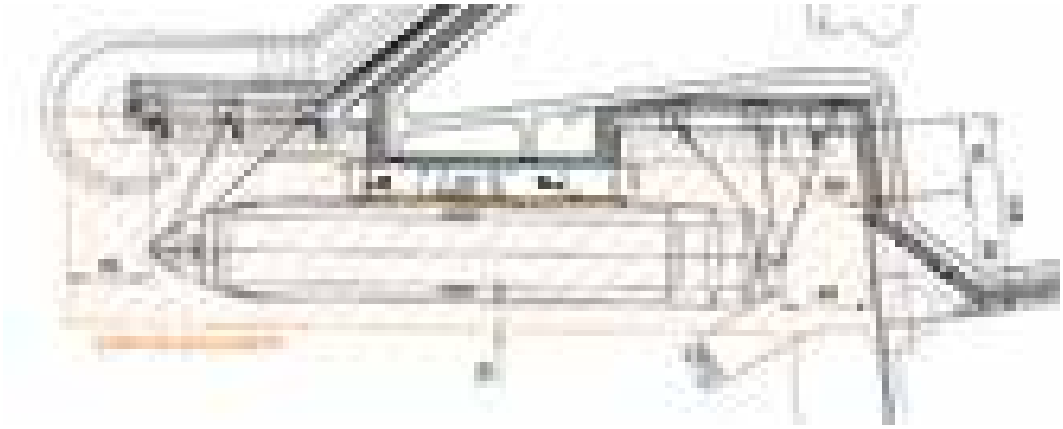


Figure 41. Exclusion zone when the existing LNG Jetty is occupied

b) Safeguard distance

In addition to this exclusion zone and according to ROM 2.0-11 guidelines the minimum distance between two adjacent berthing lines for vessels carrying dangerous substances is shown in the following table:

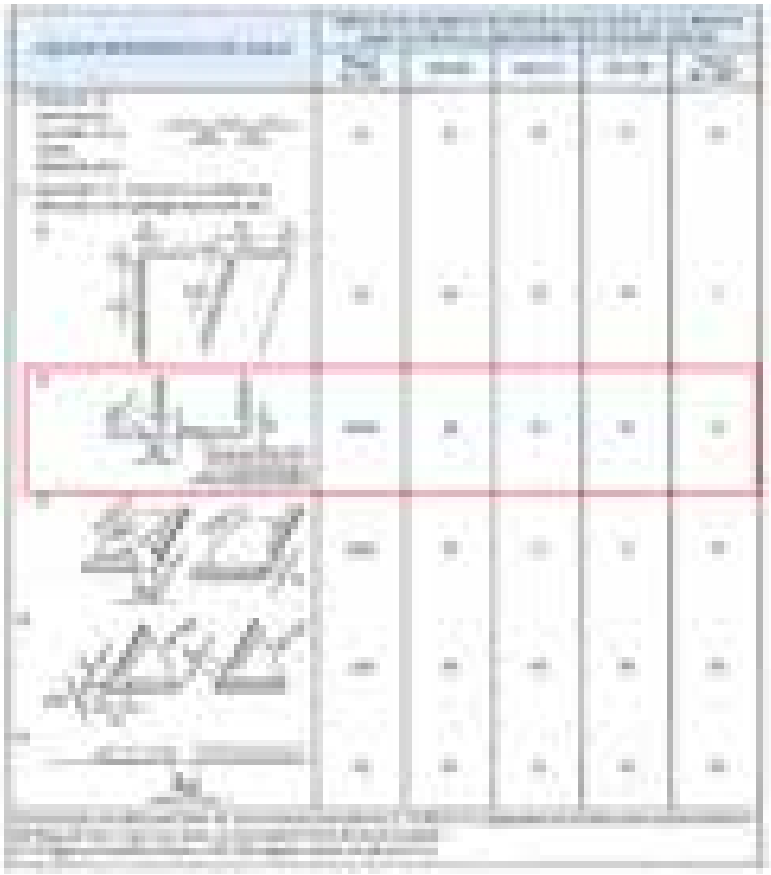


Figure 42. Plan recommended safeguards for berthing lines.

In this particular case for vessels with a maximum overall length of 155 m the recommended distance shall be 20 metres measured from the rubble mound's toe.

Rubble mound's toe is located on the imaginary line that extends the berthing line of the existing terminal.

c) Geometrical distances

Carl Thorensen in his Port Designer´s Handbook 2010 explains different mooring layouts with the main distances which need to be considered. There is no recommendation for a layout of 90º between both berthing positions as it is our case, but as an approach to the proposed configuration the following figure could be used in order to determine the area to be occupied by tugboats supporting the entrance maneuver:

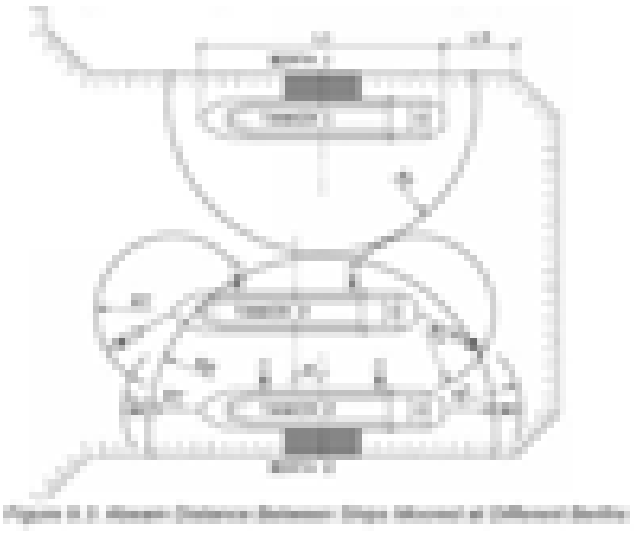


Figure 43. Vessels opposite each other.

As it can be seen, in addition to the length overall of the biggest vessel of the design fleet, the distance RT (line length + length overall of tugboats) has to be considered. The assumption made has been a line length of 40 m and a length overall of 30 metres for tugboats which leads to a total of 70 m.

19.- ALTERNATIVES STUDIED

The following cases have been considered in order to determine the final distance from the right corner to the LNG transference point.

19.1.- Simultaneous operation (all the design fleet)

For this case, the distances considered are;

- Exclusion zone: 108 m
- RT distance (Thorensen Port Designer´s Handbook): 40+30=70 m

With both requirements and the biggest vessel of the design fleet in terms of length overall (Coral Energy) the distance from the right corner to the LNG transference point is 258m as it is shown in the following figure:

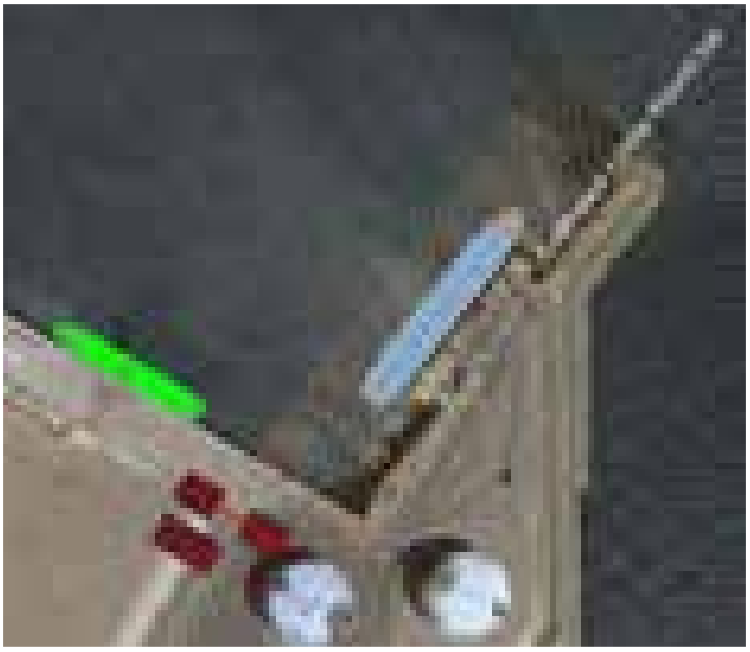


Figure 44. Simultaneous operation with all the design fleet.

19.2.- Simultaneous operation (three smallest vessels)

In this situation the distances are the same as in the previous paragraph but the vessel considered is Coral Anthelia with a length overall of 115 m. This change causes a reduction in the total distance of 20 m (from 258 to 238 m).

Figure 45. Simultaneous operation with the three smallest vessels.

19.3.- Non simultaneous operation (all the design fleet)

In the non-simultaneous scenario, the only distance which has to be considered is the ROM 2.0-11 safeguard of 20 m. Notice that in this case as there is no vessel in the existing LNG jetty, no exclusion zone should be considered. With this requirement and the biggest vessel of the design fleet in terms of length overall (Coral Energy) the distance from the right corner to the LNG transference point is 145m as it is shown in the following figure:

Figure 46. Non-simultaneous operation with all the design fleet.

19.4.- Non simultaneous operation (three smallest vessels)

In this situation the safety distances to be fulfilled are the same as in the previous case but the vessel considered is Coral Anthelia with a length overall of 115 m. This change also causes a reduction in the total distance to the SW quay right corner (from 145 to 122 m).

Figure 47. Non-simultaneous operation with the three smallest vessels.

20.- ALTERNATIVE SELECTION

From the four situations developed in the previous section, case 4.3 "non-simultaneous operation with all the design fleet" is studied in detail because of the following reasons:

- This case allows using all the design fleet without exceptions.
- As it does not consider simultaneous operation, the distance from the right corner is widely reduced to 145 m.

21.- JETTY

21.1.- FENDER SYSTEM

Figure 48. Front view of the South West quay

The LNG transference point matches with the fifth existing fender counting from the right corner. As it is shown in the above figure, the distance between fender 4 and 5 is 25.2 m while the distance from fender 5 to 6 is 30 m.

As it was explained in paragraph 9.2 of the previous study, according to ROM 2.0-11 recommendations it is necessary to reduce the distance between fenders to assure the contact between fender panels and the hull's flat body of LNGC. For this case only two additional fenders are needed.

Both new fenders are necessary to be installed in the middle point of the space between the adjacent pair of existing fenders (one between fender 4 and 5 and the other between 5 and 6). The following figure shows the distances of the proposed fenders (in blue) regarding the existing (green).

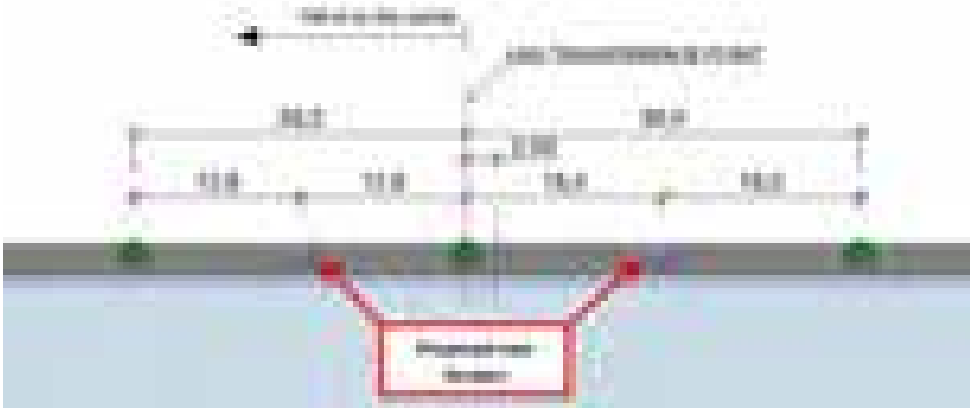


Figure 49. Proposed fenders in SW quay.

The type of fender used for the whole south west quay has been modelled as an SC 1150H grade E (55% deflection) to be on the safety side of the design, these types are similar to the existing ones along the quay. This model has a reaction force of 50.4 T/unit and energy absorption of 25.5 Tm /unit of fender which is enough for the design fleet. The dimensions of the shield are 2.00 metres length and 1.5 metres width.

21.2.- MOORING LINE SYSTEM

The LNG transference point implies the installation of new mooring points to fulfill the OCIMF guidelines. According to these recommendations with the new 8 quick release hooks the geometrical compatibility results in most of the cases acceptable as it can be seen in the following table:

SMALL LNG CARRIERS	ADEQUATE SPRING LINES	ADEQUATE HEAD/STERN LINES	SYMMETRY OF LINES	ADEQUATE VERTICAL ANGLES
2,000 m^3	√	√	√	√
4,000 m^3	√	√	√	√
NORGAS	√	√	√	√
C. ANTHELIA	√	√	√	√
C. ENERGY	√	√	√	√
C. METHANE	√	√	√	√
15,000 m^3	√	√	√	√
AMAN BINTULU	√	X	X	√
WSD50 20K	√	√	√	√

Table 11. Main elements of compatibility using the proposed mooring points.

Where; √ is acceptable and X is improvable.

As it can be seen in the above table most of the design fleet fulfills the OCIMF and ROM recommendations with the proposed measures.

The new proposed elements would be moved the same distance that the LNG transference point.

In conclusion there would be;

- 4 new mooring points for head/stern lines situated 20 metres inside the jetty.
- 4 new mooring points for spring lines located 1 metre inside the jetty.

With all these changes, the plan layout of the SW quay is shown in the following figures and attached in annex VI "SW quay layout with proposed equipment. Conclusions"

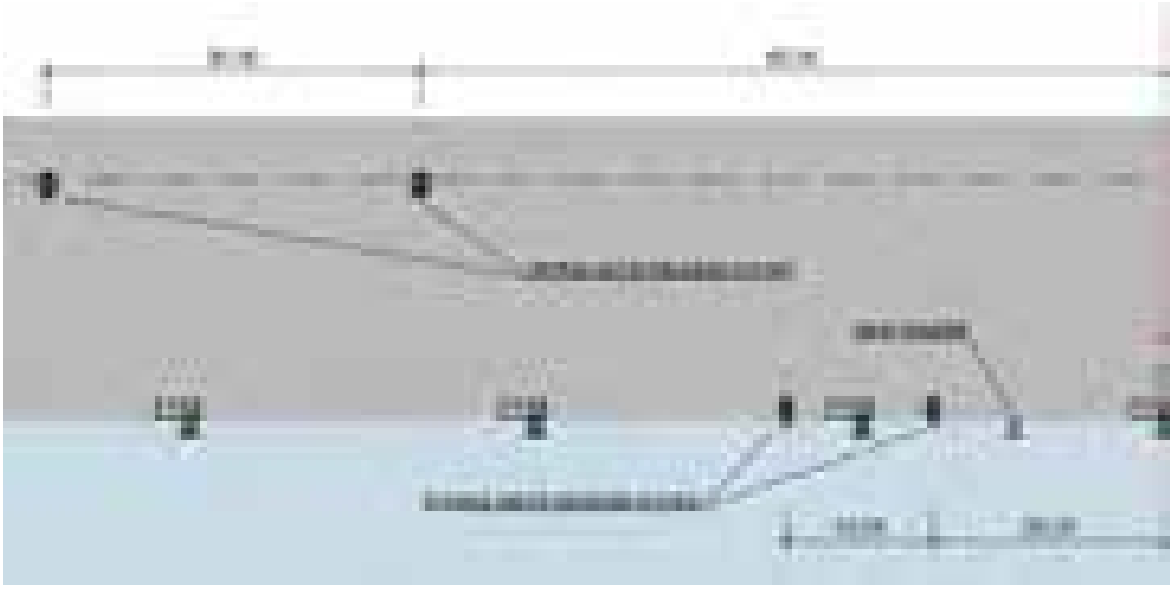


Figure 50. Plan view of the stern side of the new proposed equipment for the SW quay.

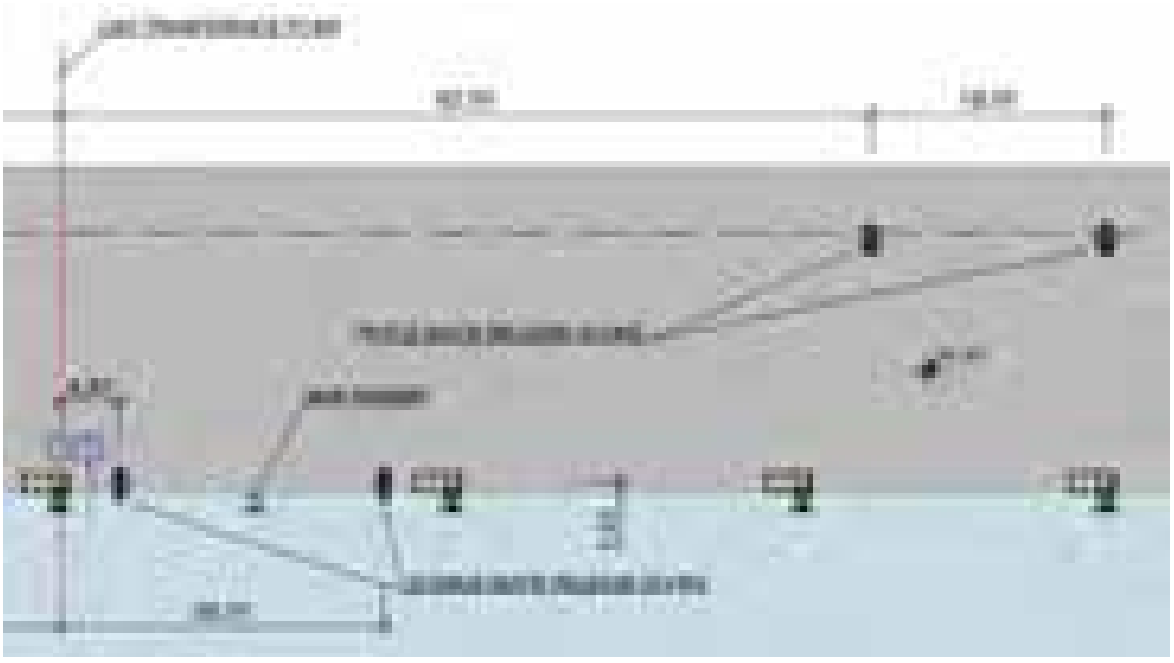


Figure 51. Plan view of the bow side of the new proposed equipment for the SW quay.

21.3.- DEPTH AT THE BERTH

The minimum depth along the whole SW quay is -16.50 m as it can be seen in the available bathymetry. No problems with draught requirements are expected for small scale LNG carriers.

22.- CONCLUSIONS AND PROPOSED ACTIONS

The study is focused on the conceptual design of the new facilities to be designed to provide a bunkering service at Sagunto Port.

The general conclusions obtained are described below.

Berthing System

Regarding interface fenders-parallel body of the design fleet, no relevant incompatibilities are expected with small scale LNG carriers fleet:

- LNG transference point location: it has been established from a distance of 145 m from the right corner in order to assure that all the small scale LNG carriers could be compatible.
- The tidal range goes from -0.43 m for lowest astronomical tide to +0.22 m for highest astronomical tide. As the total range is not very high, there are not big differences between both extremes and is easier for the vessels to fulfil compatibility requirements.

Because of both reasons, the current fender system is effective for berthing and there is an adequate contact between parallel body and fender system.

Regarding the berthing operation as it has been mentioned it would be desirable to install fenders in between two pair of existing fenders to assure the integrity of the smallest LNG carrier (2,000m^3, 4,000m^3 and Coral Anthelia).

22.1.- New fenders between the existing ones

According to ROM 2.0-11 recommendation, as it has been explained in section 9.2 of the previous document, two new fenders will be placed in the space between the existing fenders at both sides of the LNG transference point. The characteristics of the fenders to be installed can be similar to the existing ones, which are the following:

- Fender SC1150H
- Shield dimensions: 2.00 m length and 1.5 m width

Mooring System

For small scale LNG carriers, vessels do not fulfil OCIMF and ROM 2.0-11 recommendations using the existing bollards. The main issues are related with head/stern lines angles and longitudes of spring lines.

22.2.- Implementation of Quick Release hooks/bollards for the new mooring points

Concerning the design fleet of small scale LNG carriers, as it has been explained it would be desirable to implement new mooring equipment for this particular fleet.

The recommendation is to provide the mooring points with the following equipment:

a) For the four new mooring points which are 20 m inside the quay, triple quick release hooks would be needed. These lines would act as breast or head/stern lines depending on each vessel. In case the smallest vessels (2,000 and 4,000 m^3) calling frequency at Sagunto´s Port is not expected to be too high; the inner new mooring points could be omitted considering only the extreme ones.
b) Regarding the new mooring points located at the edge of the jetty, double quick release hooks would be appropriate in order to have adequate spring lines.

ISO 28460 stablishes that for LNG carriers, quick release hooks shall be installed as mooring equipment for this fleet. If other options are considered, like the installation of bollards instead of quick release hooks, further studies should be carried out.

22.3.- Schedule

Regarding the time needed for the implementation of the mentioned actions, it is likely that the new equipment could be installed within a two or three months schedule, always taking into account that the study is focusing only in the nautical equipment. The needed equipment concerning the process of LNG transport is out of the scope of the present study and should be studied separately.

22.4.- Equipment cost

Summarizing the equipment proposed is the following:

- 4 triple quick release hooks for the breast or head/stern lines
- 4 double quick release hooks for the spring lines
- 2 new fenders between the existing ones in order that separation between fenders is compatible with the proposed design fleet of small LNG carriers.

The following table shows +/- 30% cost for the proposed actions:

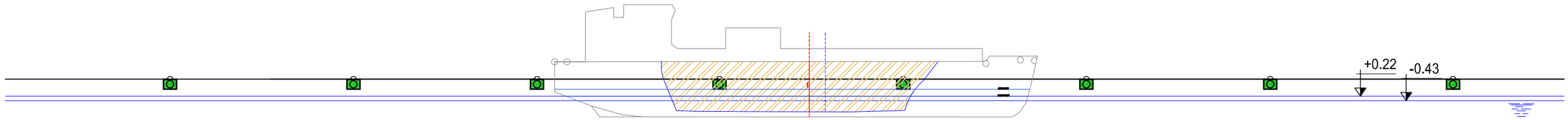
Equipment	Number of elements	Unitary Cost in €	Total cost
Triple quick release hooks	4	35,000	140,000
Double quick release hooks	4	25,000	100,000
Fender SC1150	2	35,000	70,000
TOTAL SUM			**310,000**

Table 12. Total cost of the implementation of the equipment in the SW quay.

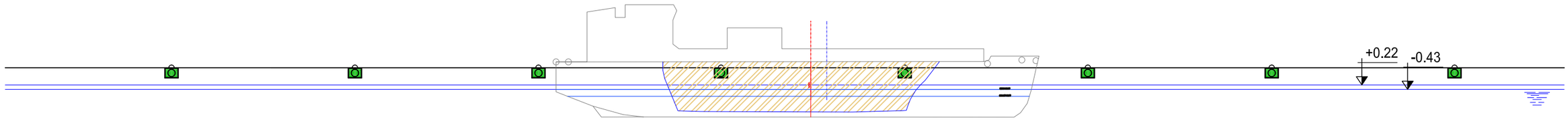
CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNG LOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

ANNEX I

.....



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY
AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

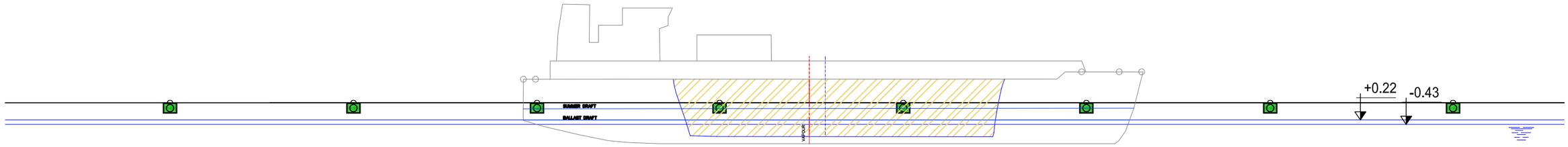
SCALE: INDICATED

DATE: DECEMBER 2015

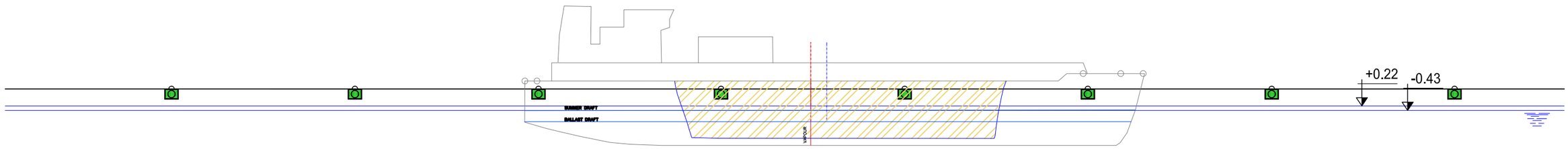
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS
2,000 m3

DRAWING 01.01

SHEET 1 OF 9

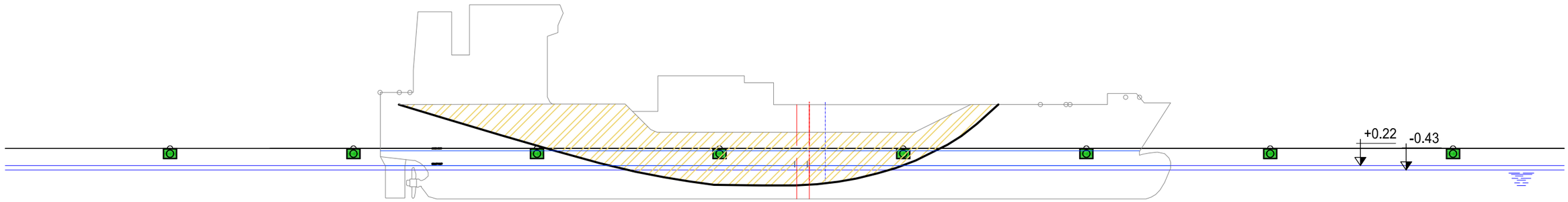


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600

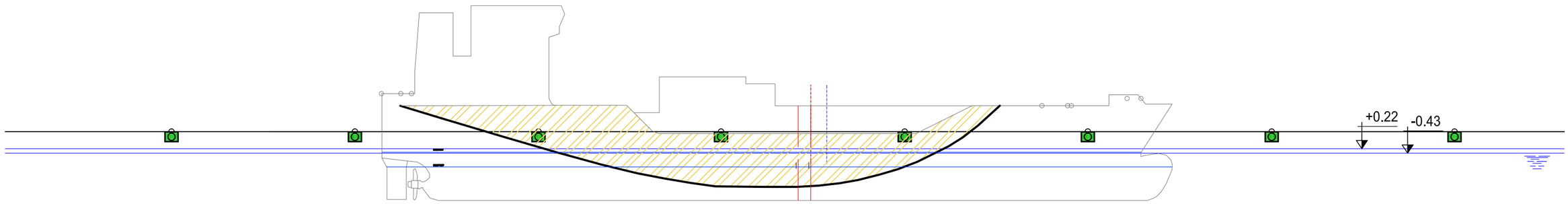


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS 4,000 m3	DRAWING: 01.01 SHEET 2 OF 9

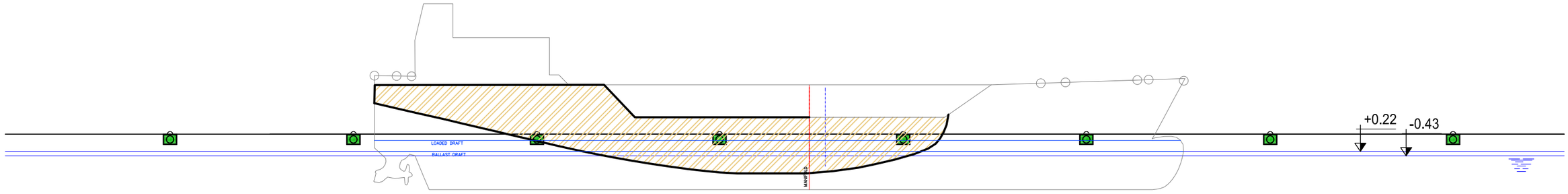


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600

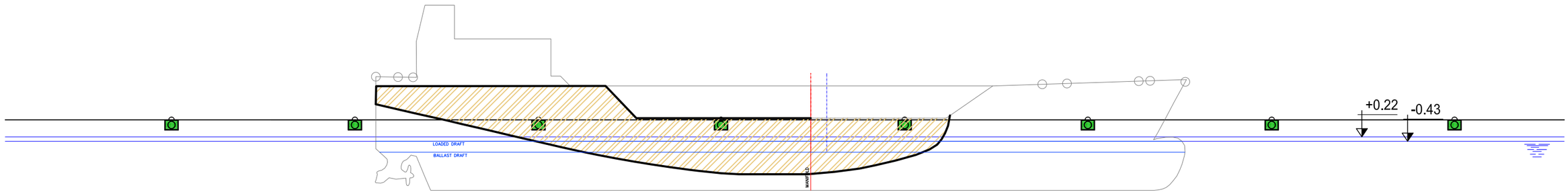


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600

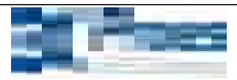
CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS CORAL ANTHELIA	DRAWING: 01.01 SHEET 3 OF 9



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600



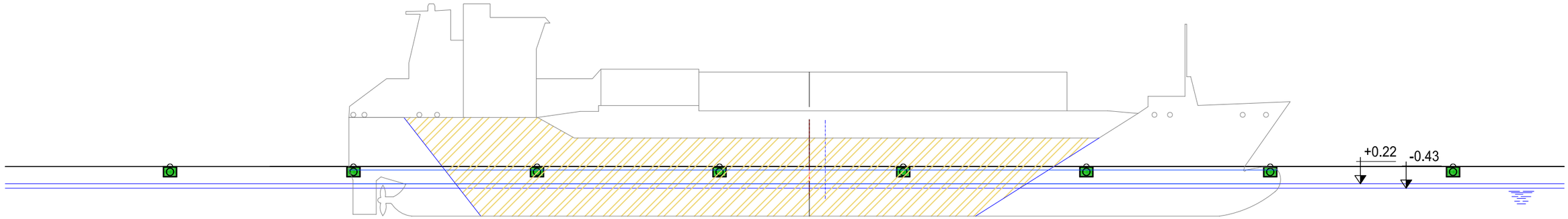
CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY
AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

SCALE: INDICATED

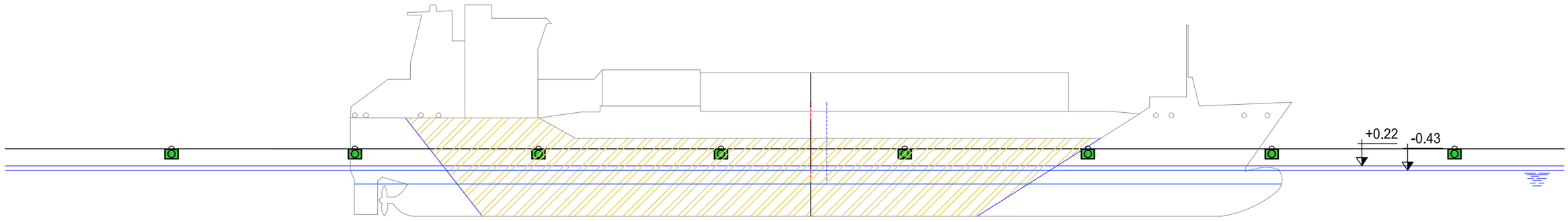
DATE: DECEMBER 2015

GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS
CORAL METHANE

DRAWING 01.01

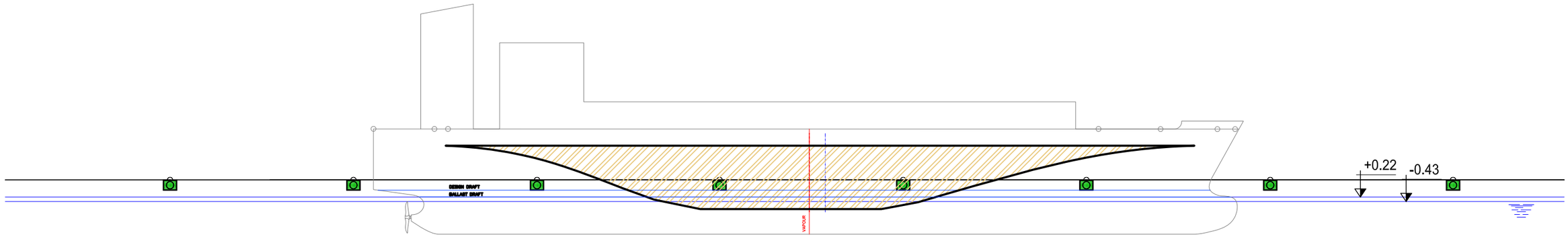


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600

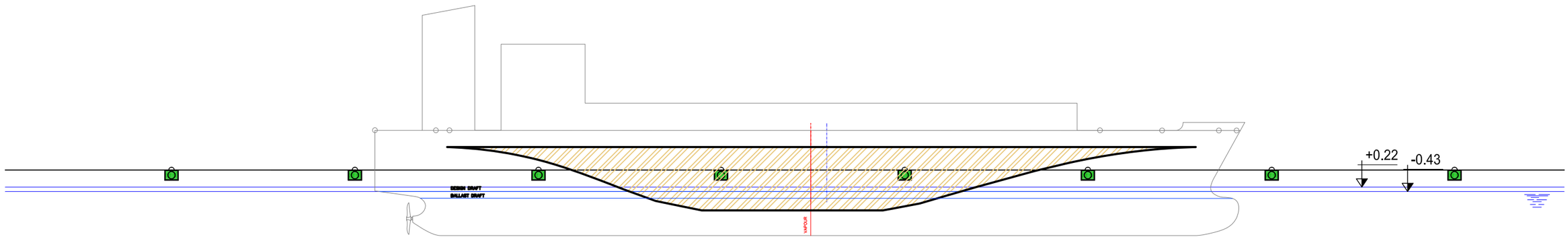


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600

	CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS NORGAS	DRAWING: 01.01 SHEET 5 OF 9

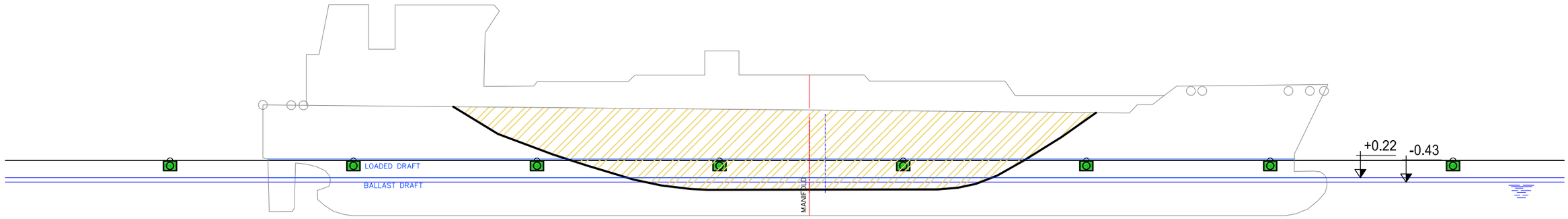


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600

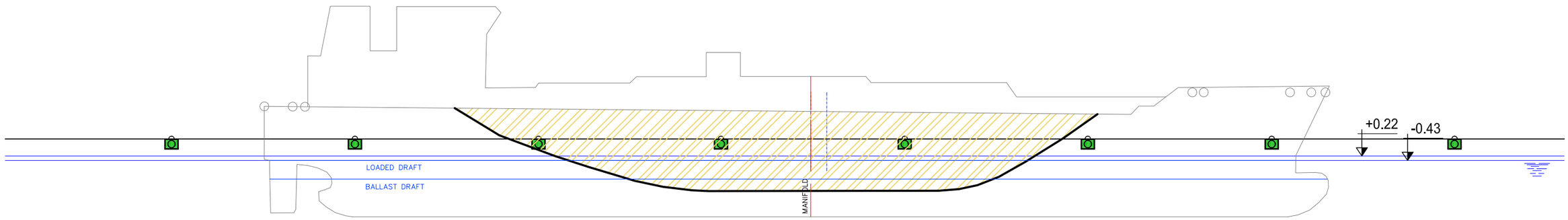


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS 15,000 m3	DRAWING: 01.01
				SHEET 6 OF 9

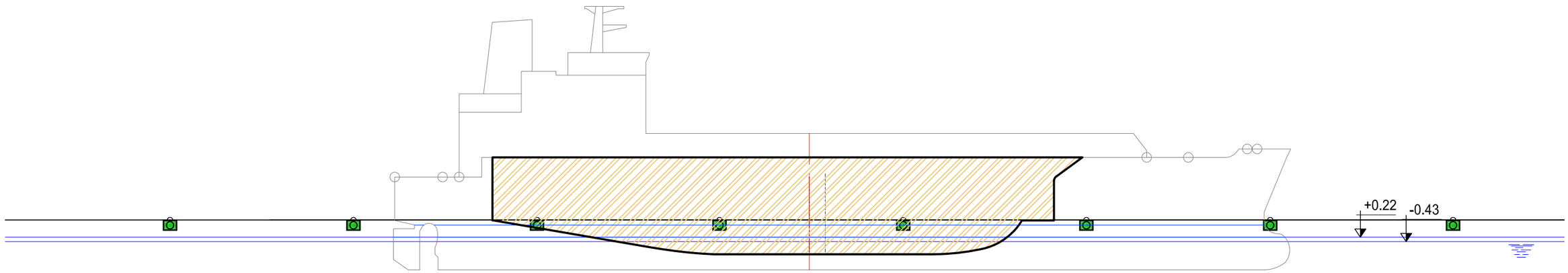


BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600

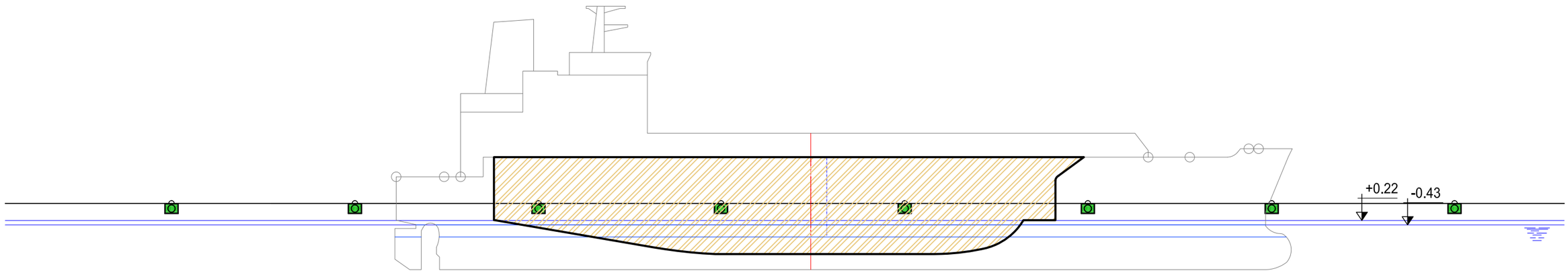


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS CORAL ENERGY	DRAWING: 01.01 SHEET 7 OF 9



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600

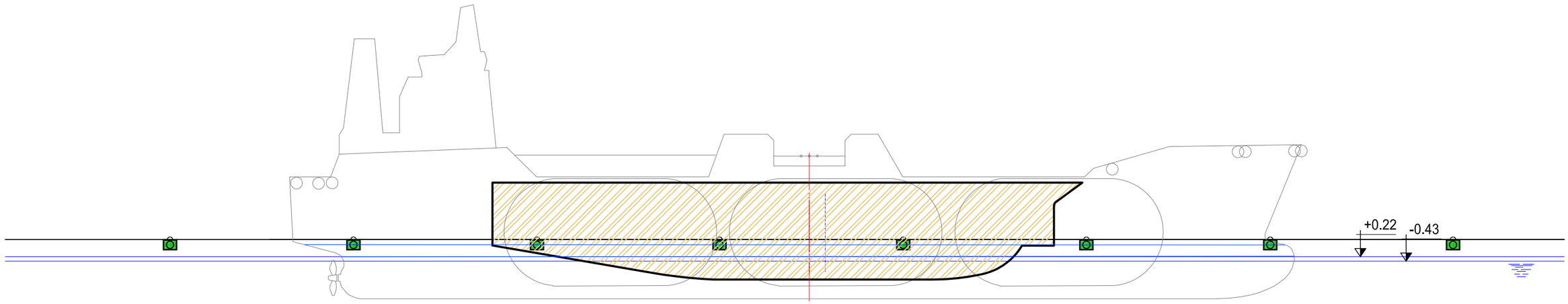
CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY
AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

SCALE: INDICATED

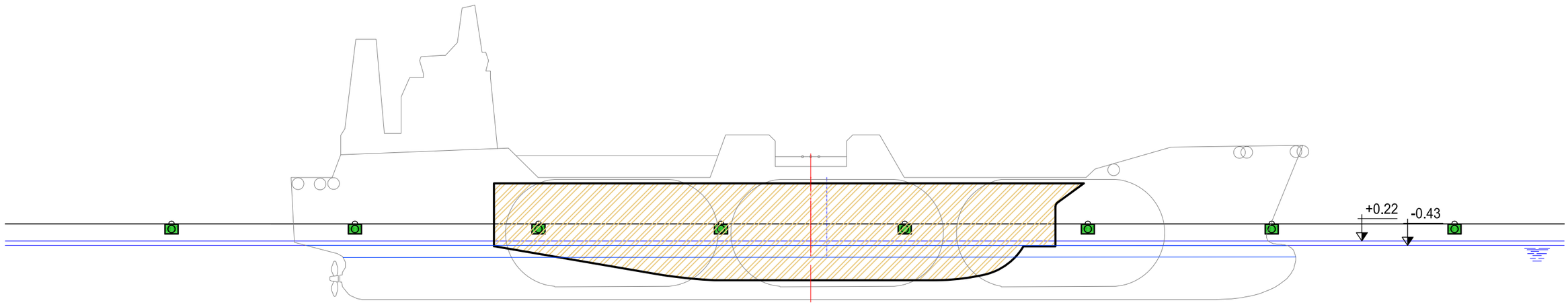
DATE: DECEMBER 2015

GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS
AMAN BINTULU

DRAWING 01.01



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600



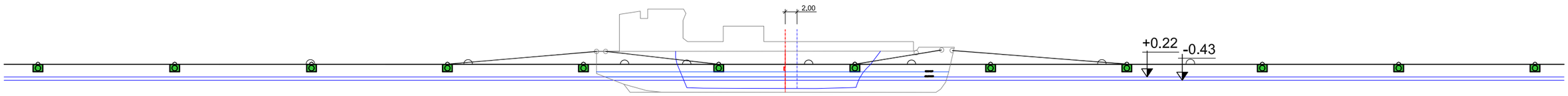
LOADED AND LOW TIDE COMBINATION
ESCALA 1:600

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS WSD50 20K	DRAWING: 01.01
				SHEET 9 OF 9

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNG LOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

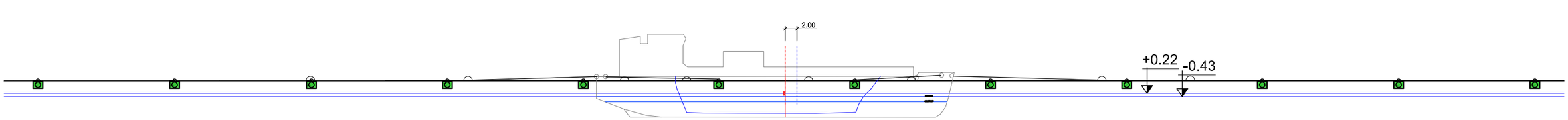
ANNEX II

SMALL SCALE LNG CARRIER MOORING LAYOUTS USING THE EXISTING EQUIPMENT



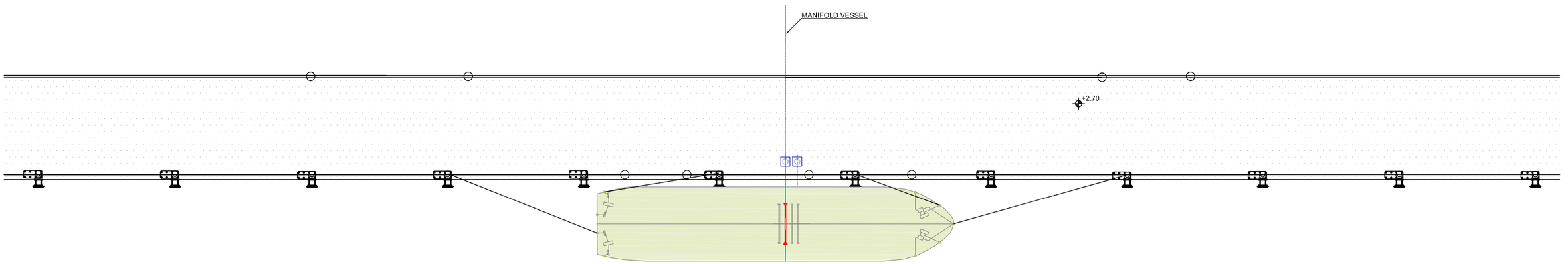
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

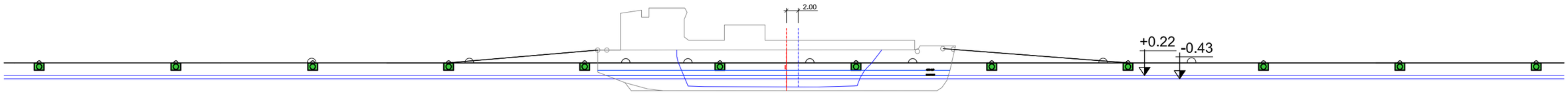
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

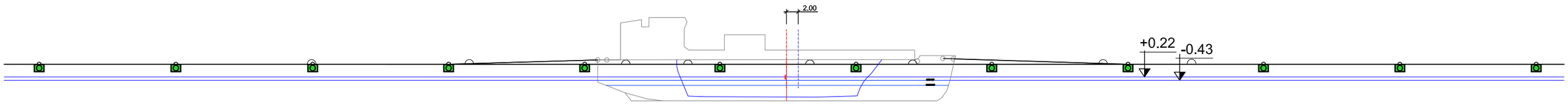
ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT 2,000 m3 (1)	DRAWING: 01.01
				SHEET 1 OF 11



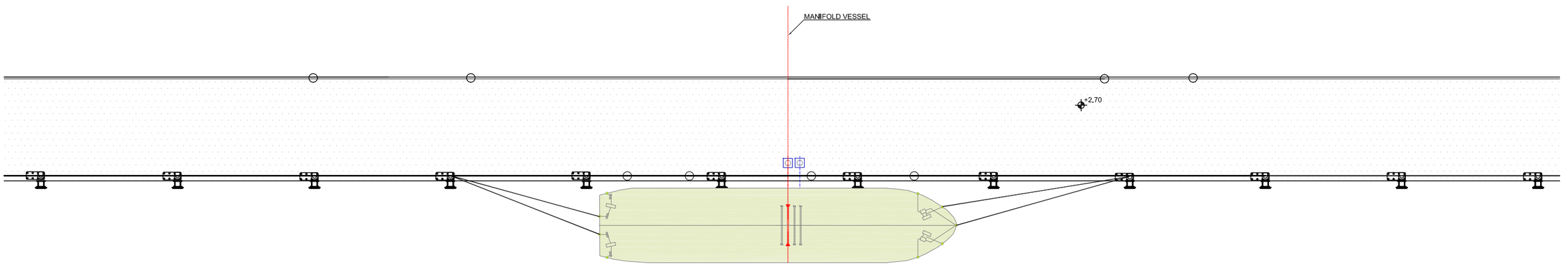
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

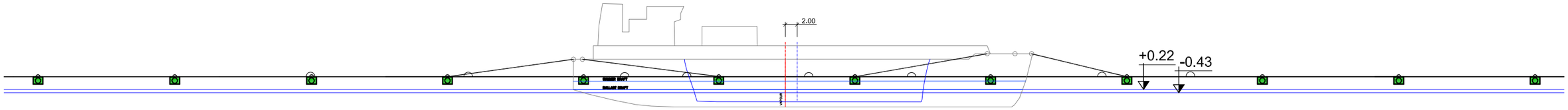
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

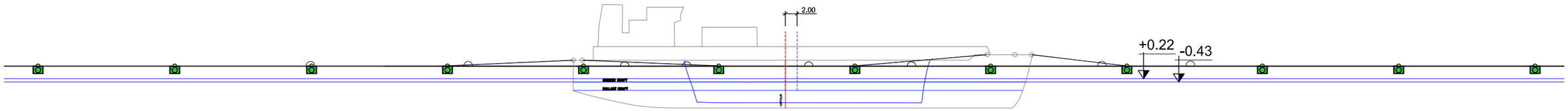
ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT 2,000 m3 (2)	DRAWING: 01.01
				SHEET 2 OF 11



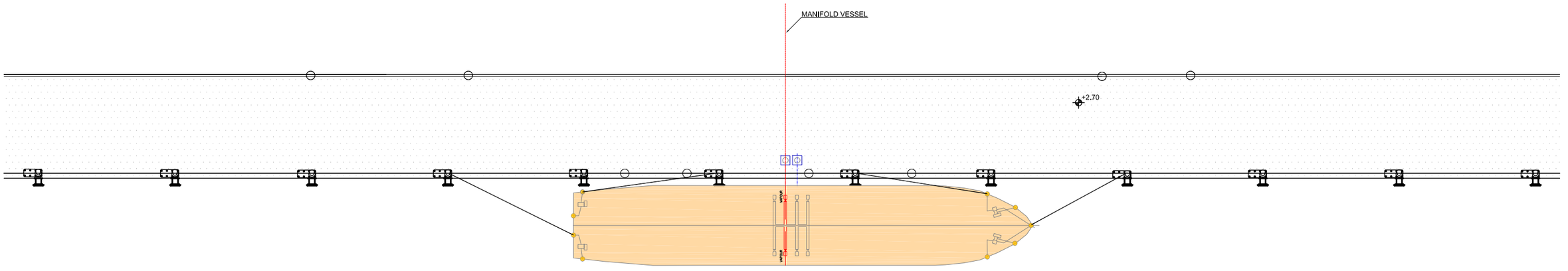
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

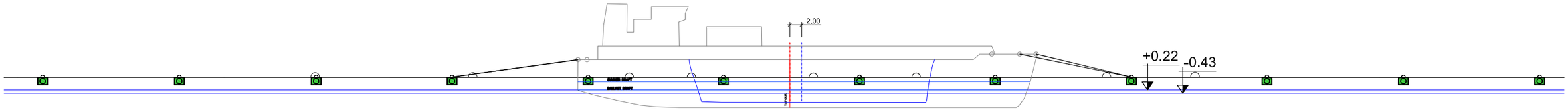
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

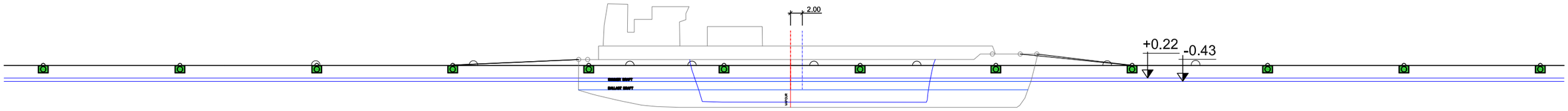
ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT 4,000 m3 (1)	DRAWING 01.01
				SHEET 3 OF 11



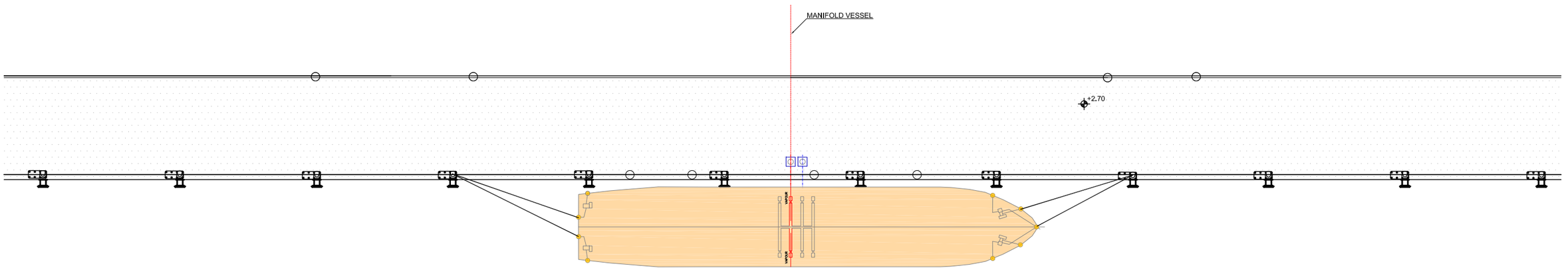
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

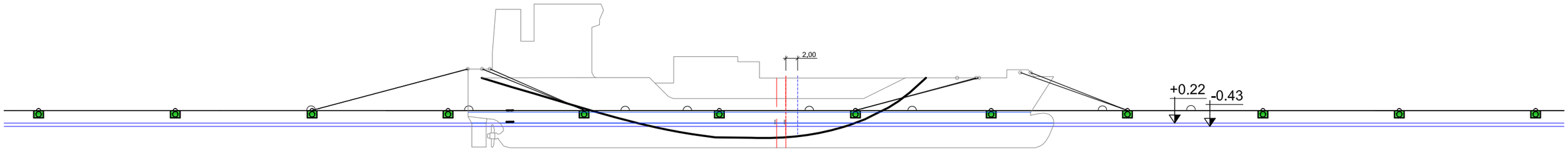
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

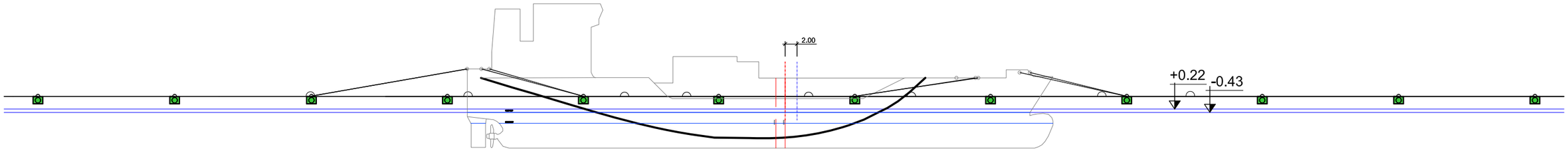
ESCALA 1:800

	CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT 4,000 m3 (2)	DRAWING: 01.01
					SHEET 4 OF 11



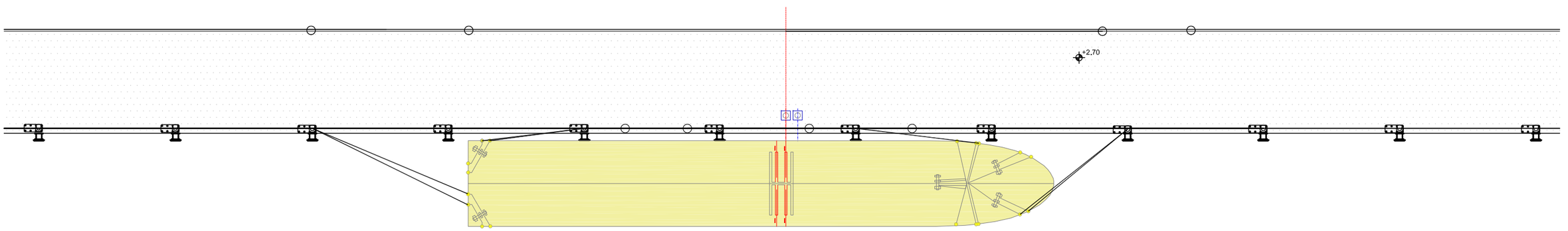
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

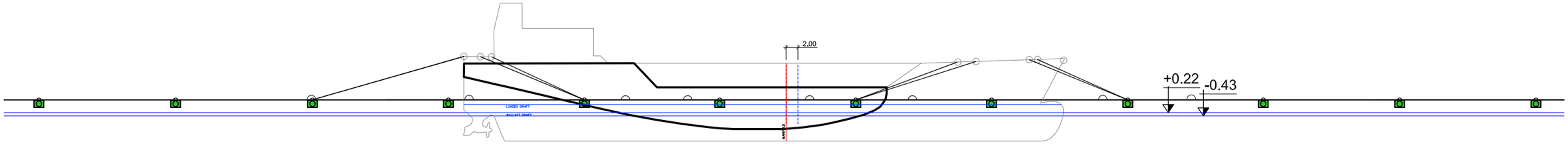
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

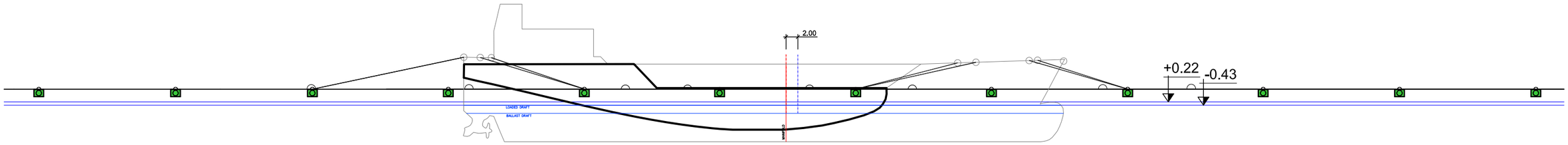
ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT CORAL ANTHELIA	DRAWING: 01.01 SHEET 5 OF 11



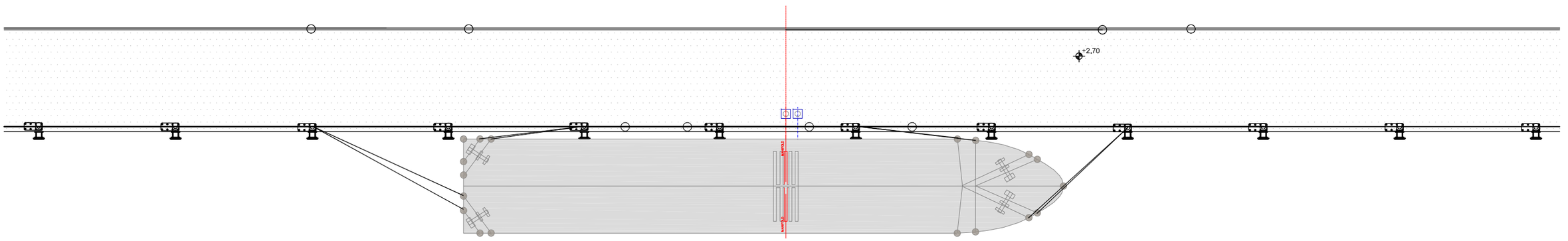
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

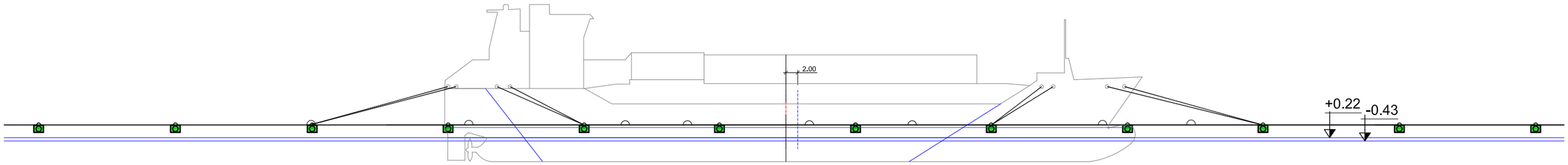
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

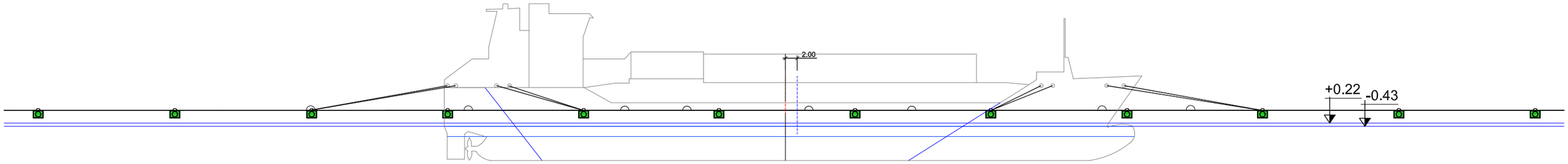
ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT CORAL METHANE	DRAWING SHEET 6 OF 11



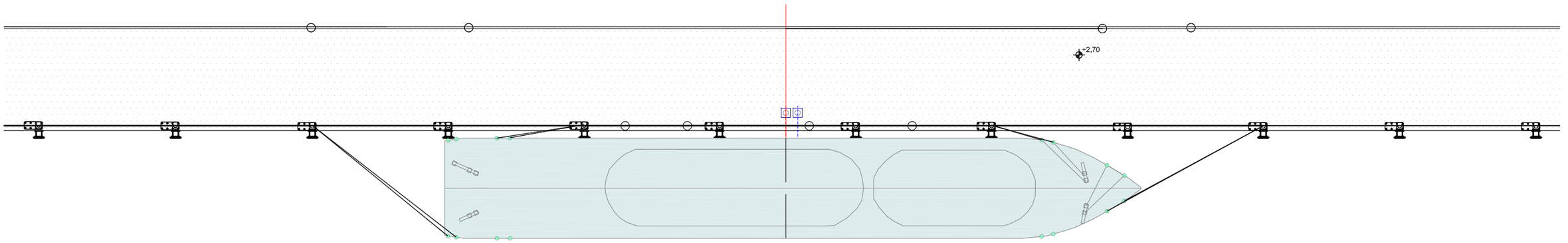
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



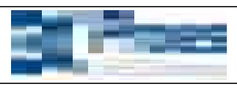
LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

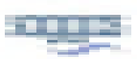
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

ESCALA 1:800





CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY
AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

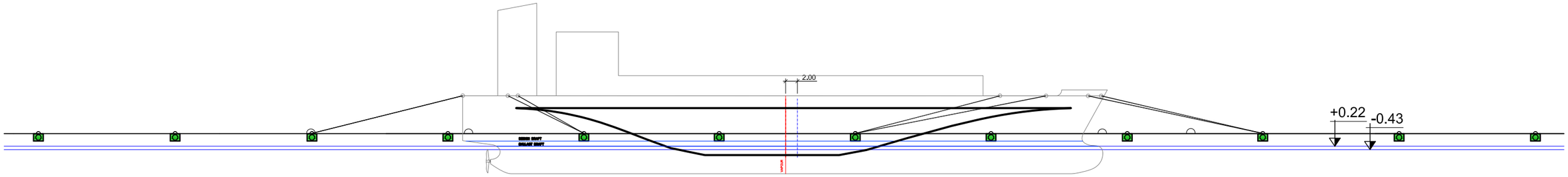
SCALE: INDICATED

DATE: DECEMBER 2015

MOORING LAYOUT
NORGAS

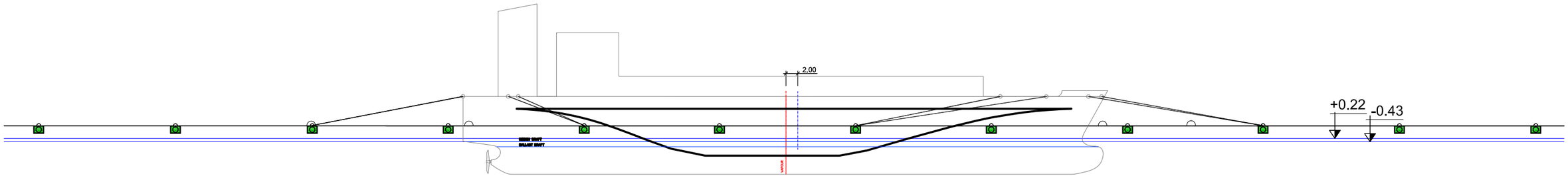
DRAWING 01.01

SHEET 7 OF 11



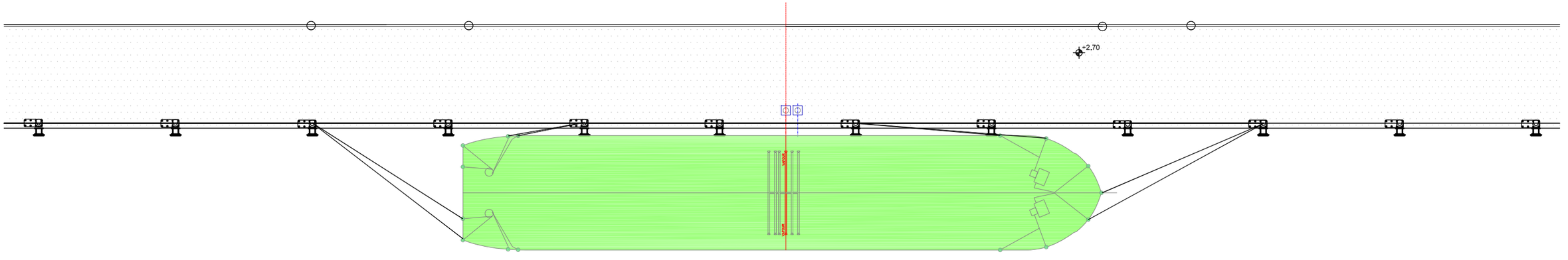
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

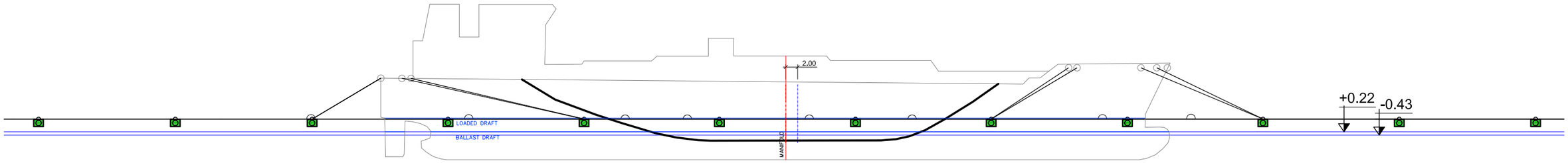
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

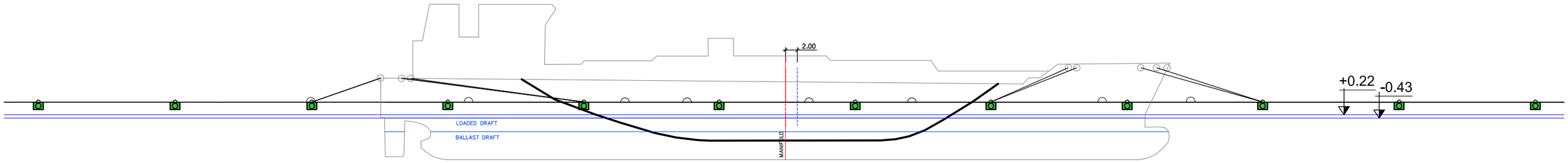
ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT 15,000 m3	DRAWING 01.01
				SHEET 8 OF 11



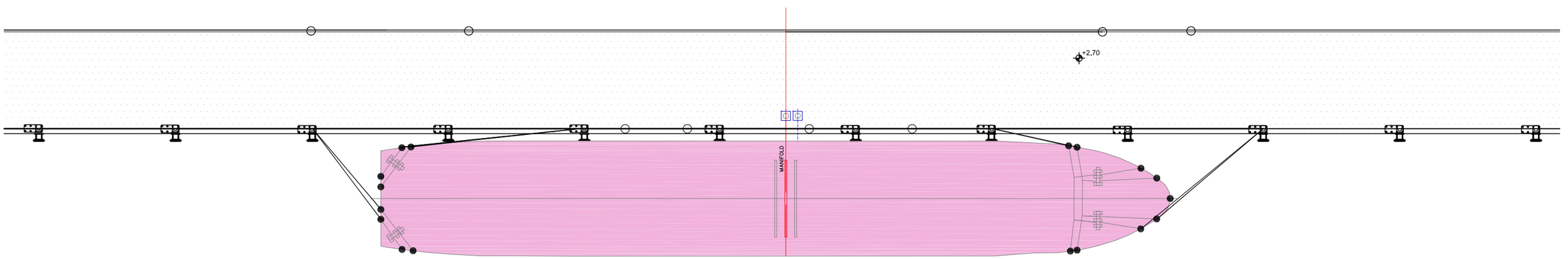
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



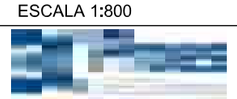
LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



PLAN VIEW

ESCALA 1:800



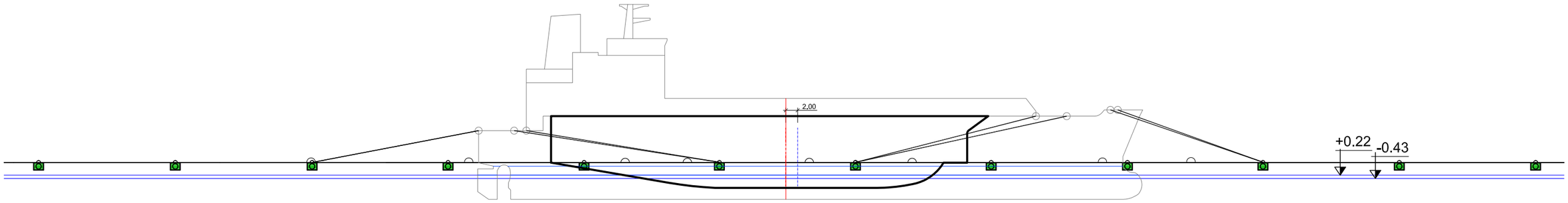
CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY
AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

SCALE: INDICATED

DATE: DECEMBER 2015

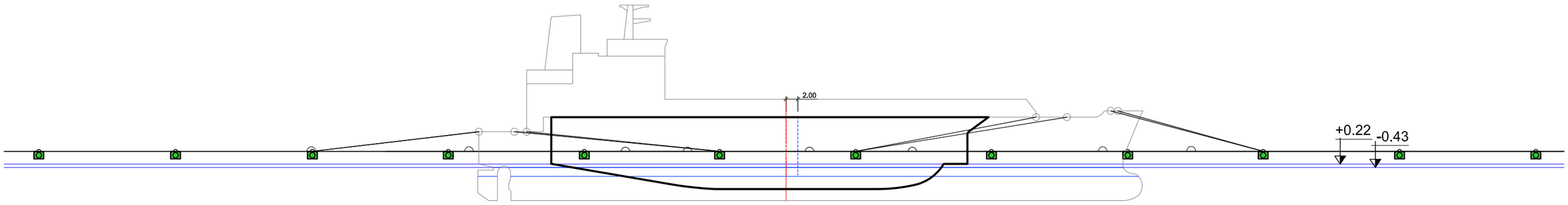
MOORING LAYOUT
CORAL ENERGY

DRAWING 01.01



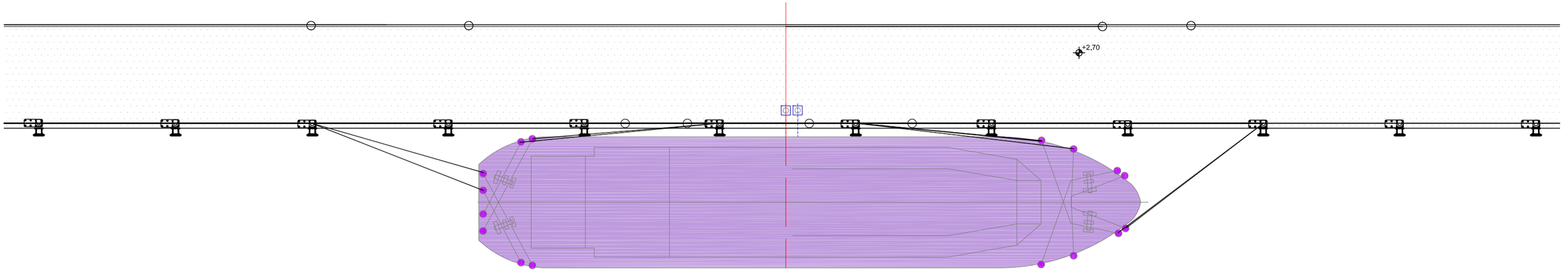
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

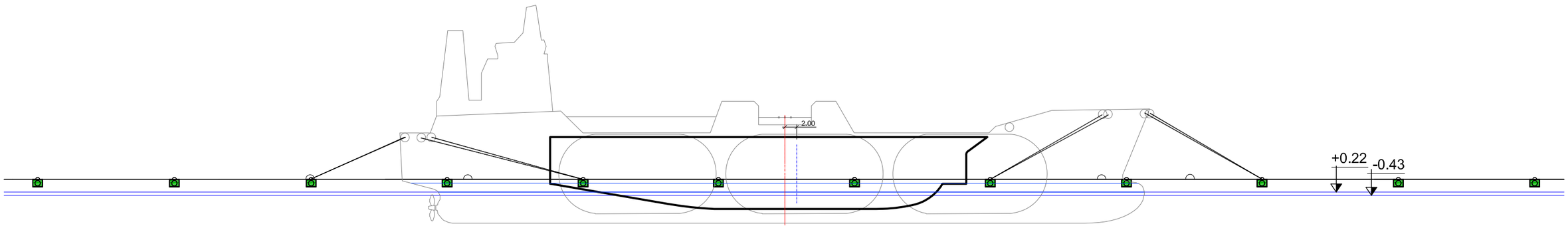
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

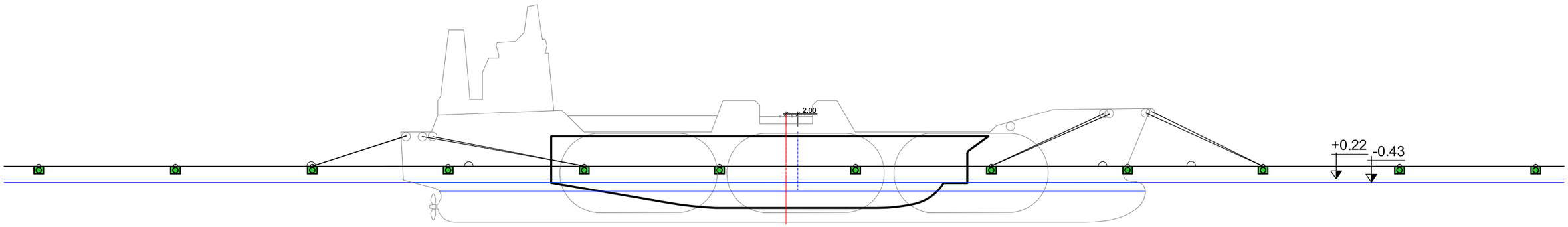
ESCALA 1:800

	CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT AMAN BINTULU	DRAWING: 01.01
					SHEET 10 OF 11



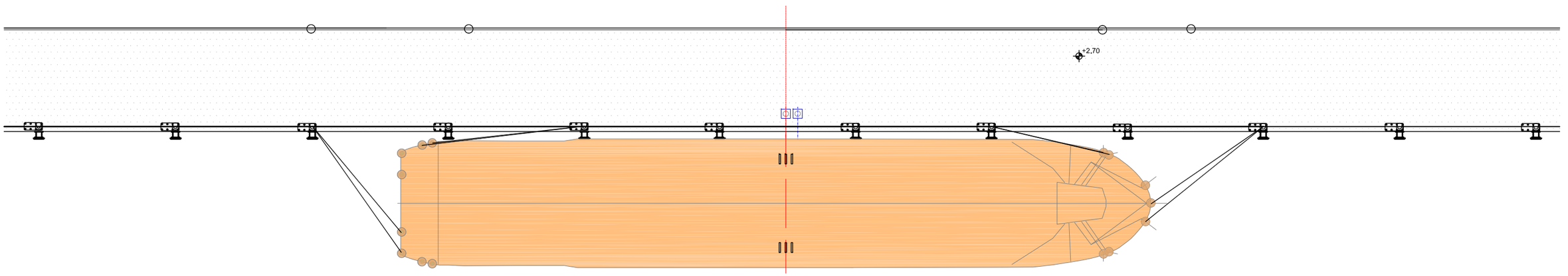
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



PLAN VIEW

ESCALA 1:800

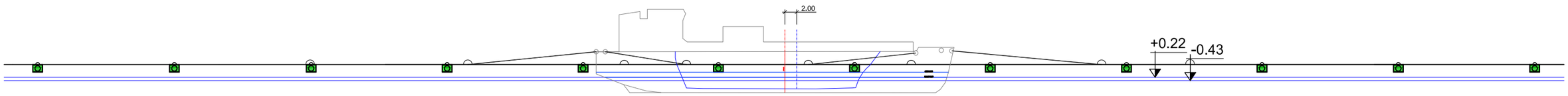
CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT WSD50 20K	DRAWING: 01.01 SHEET 11 OF 11

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNG LOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

ANNEX III

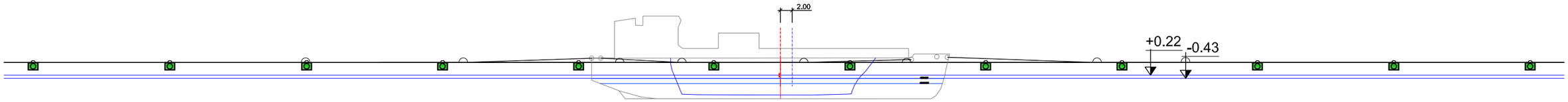
SMALL SCALE LNG CARRIER MOORING LAYOUTS USING

NEW MOORING POINTS



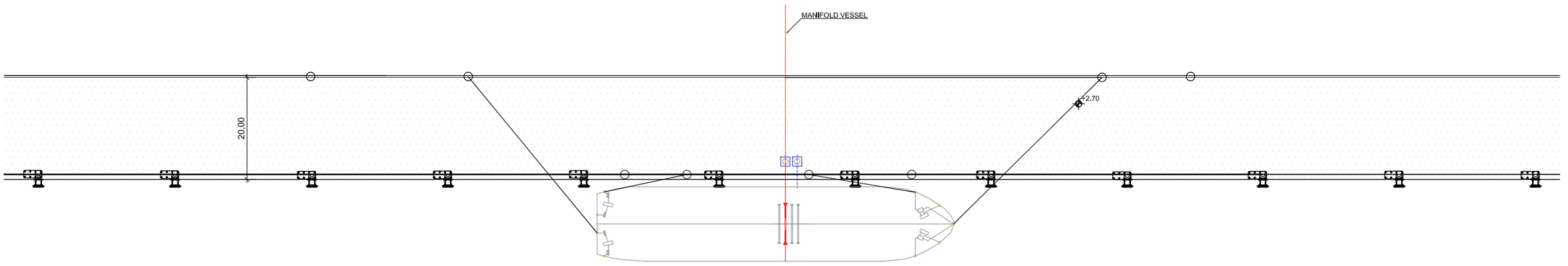
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

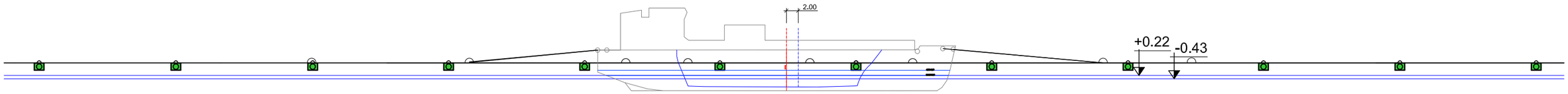
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

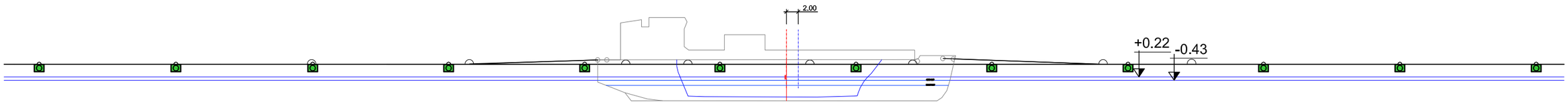
ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT 2,000 m3 (1)	DRAWING 01.01
				SHEET 1 OF 11



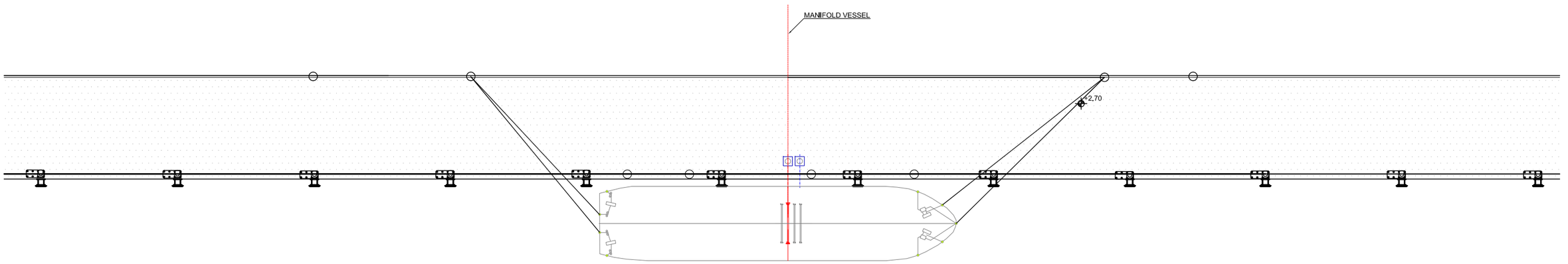
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

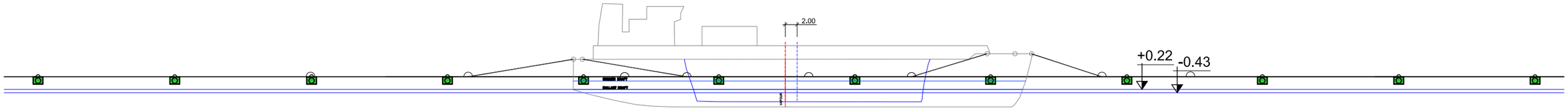
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

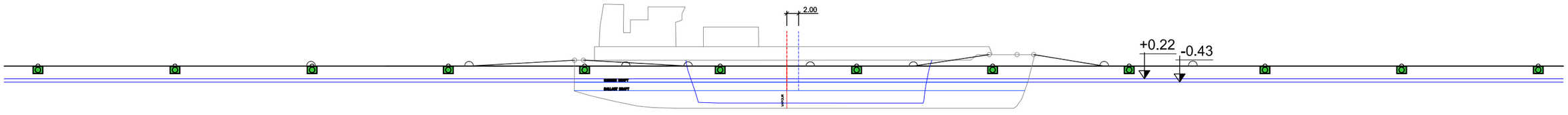
ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT 2,000 m3 (2)	DRAWING 01.01
				SHEET 2 OF 11



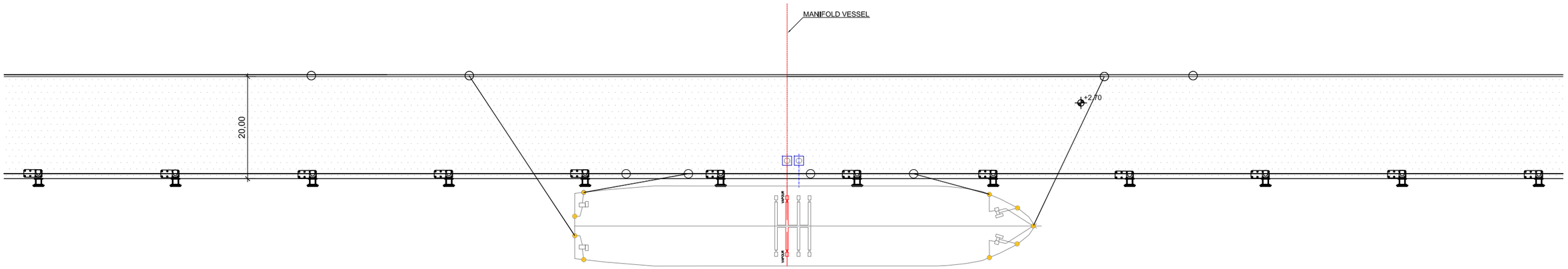
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

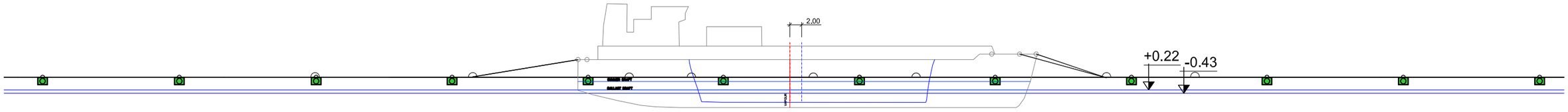
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

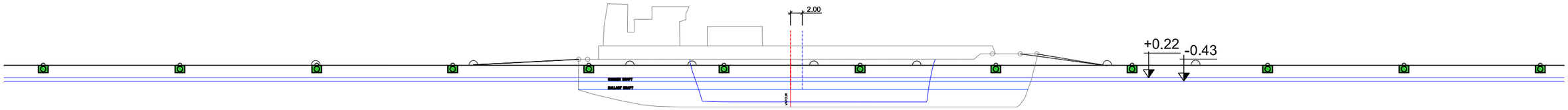
ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE INDICATED	DATE DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT 4,000 m3 (1)	DRAWING 01.01 SHEET 3 OF 11



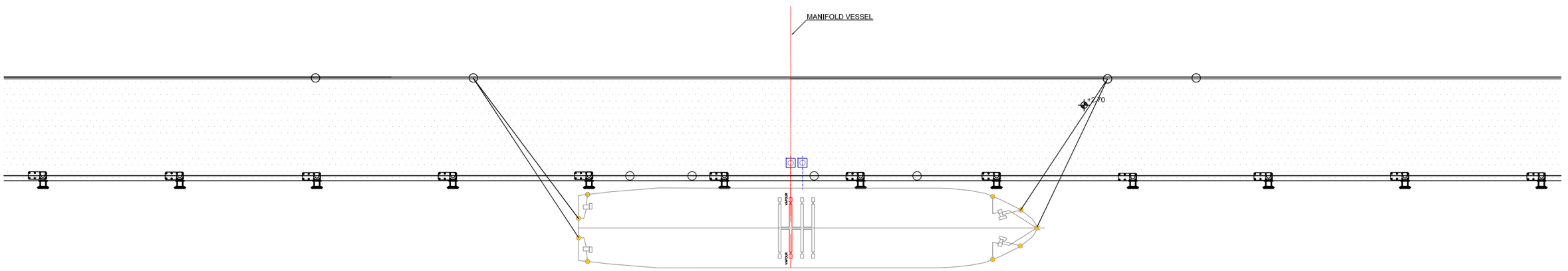
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

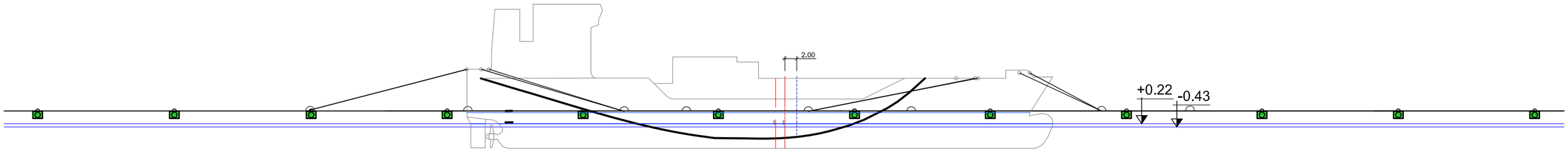
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

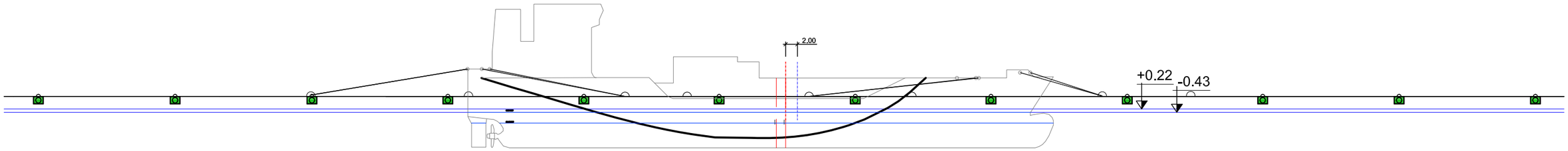
ESCALA 1:800

	CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT 4,000 m3 (2)	DRAWING: 01.01
					SHEET 4 OF 11



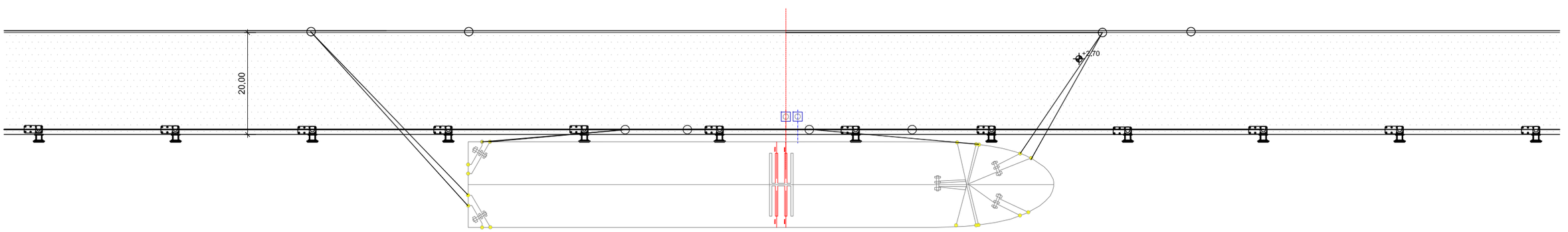
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

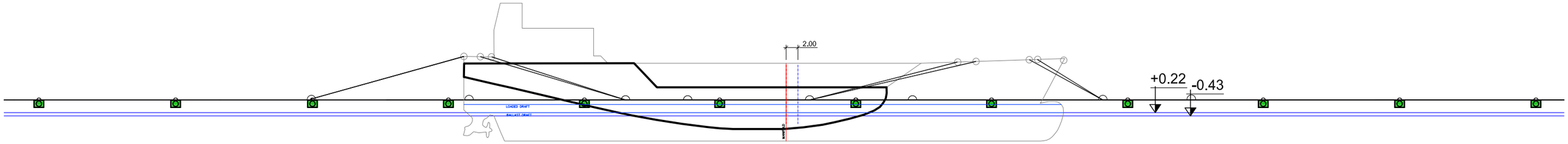
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

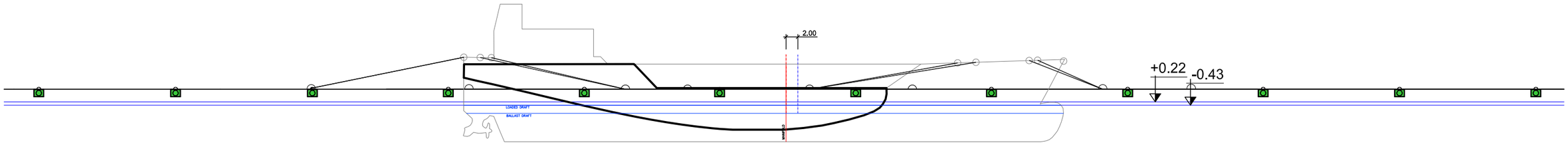
ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE INDICATED	DATE DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT CORAL ANTHELIA	DRAWING 01.01 SHEET 5 OF 11



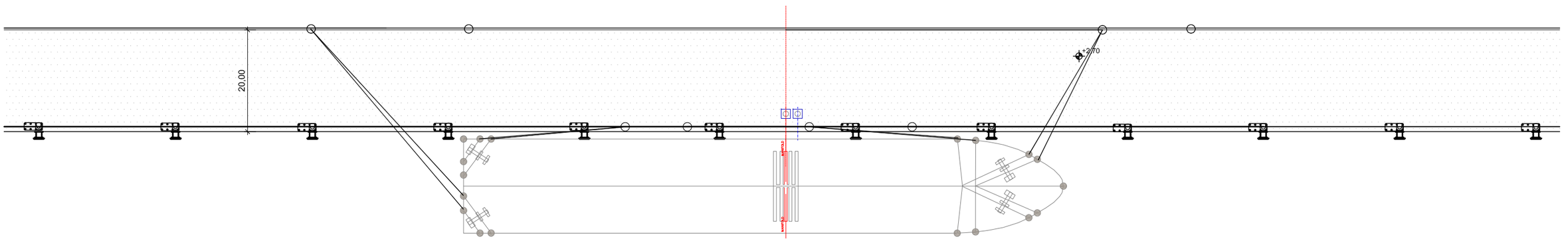
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

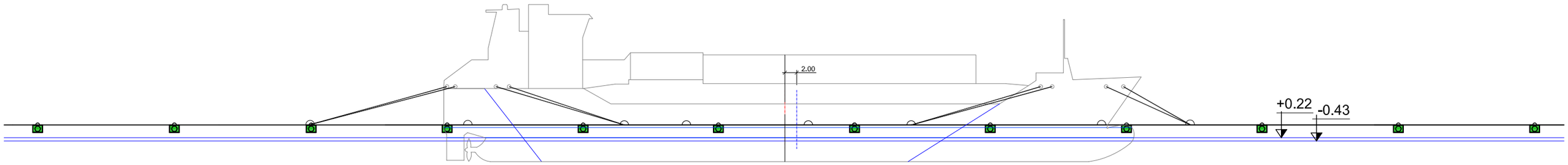
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

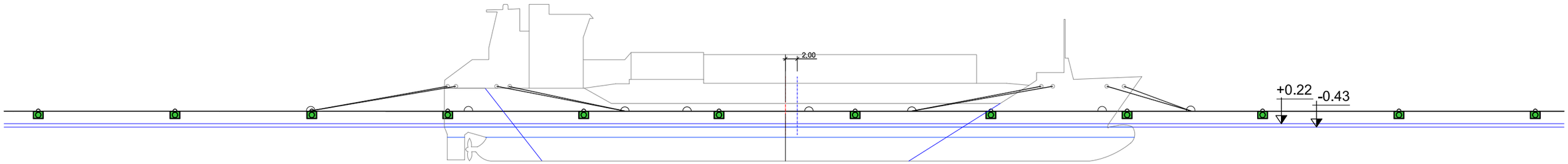
ESCALA 1:800

	CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT CORAL METHANE	DRAWING: 01.01 SHEET 6 OF 11



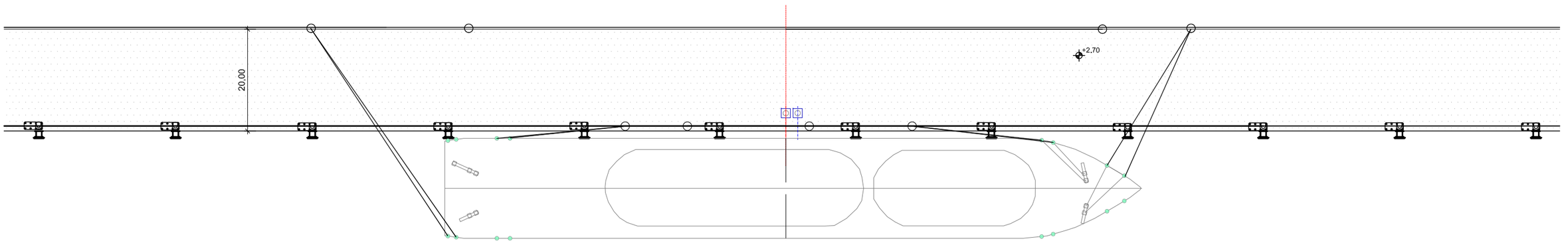
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

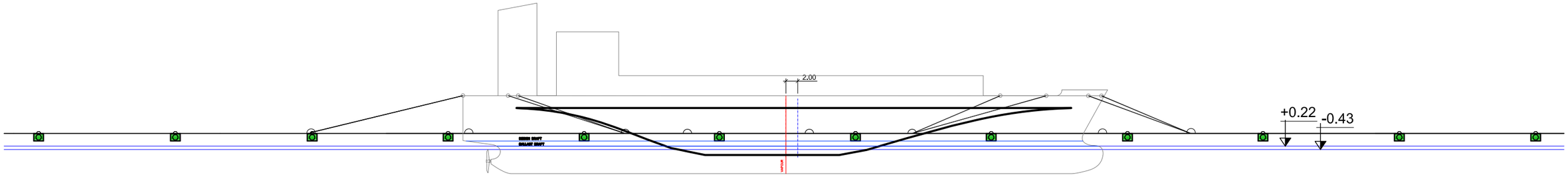
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

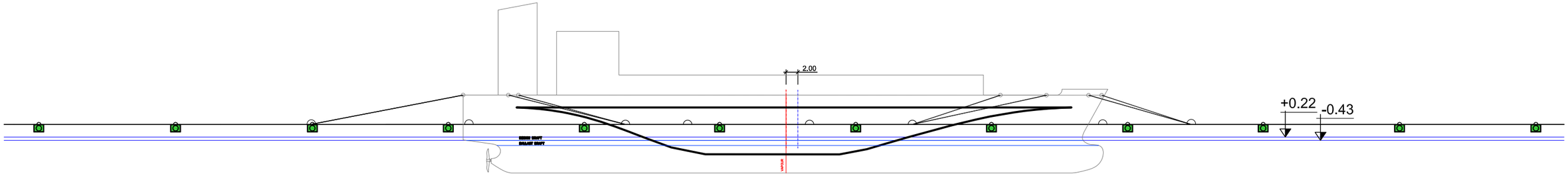
ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT NORGAS	DRAWING: 01.01
				SHEET 7 OF 11



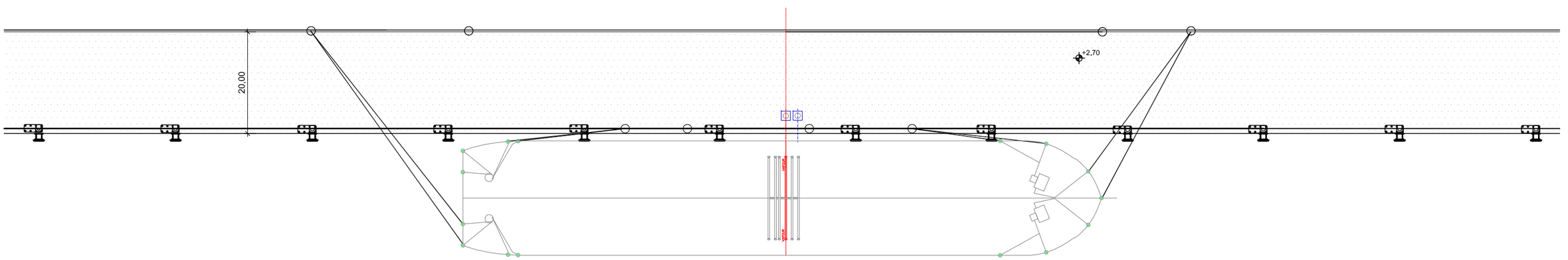
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

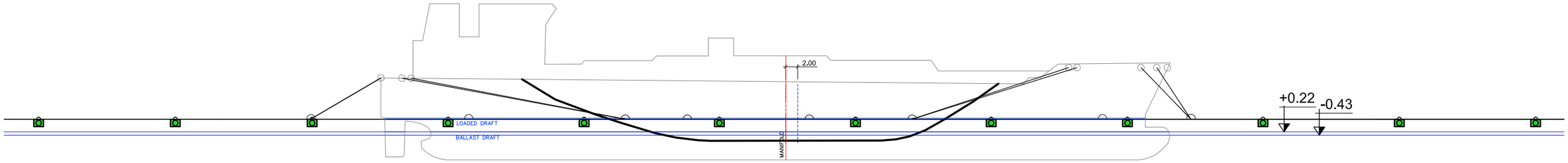
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

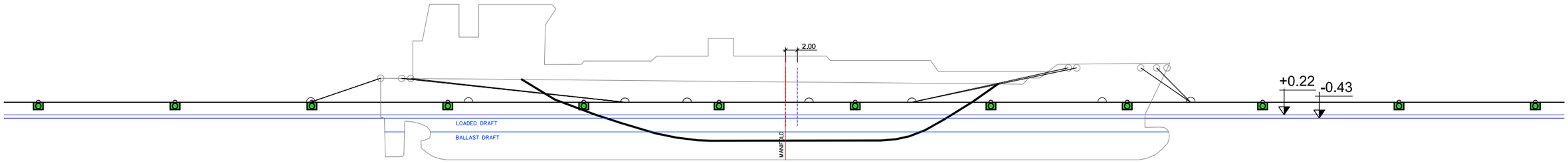
ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT 15,000 m3	DRAWING 01.01
				SHEET 8 OF 11



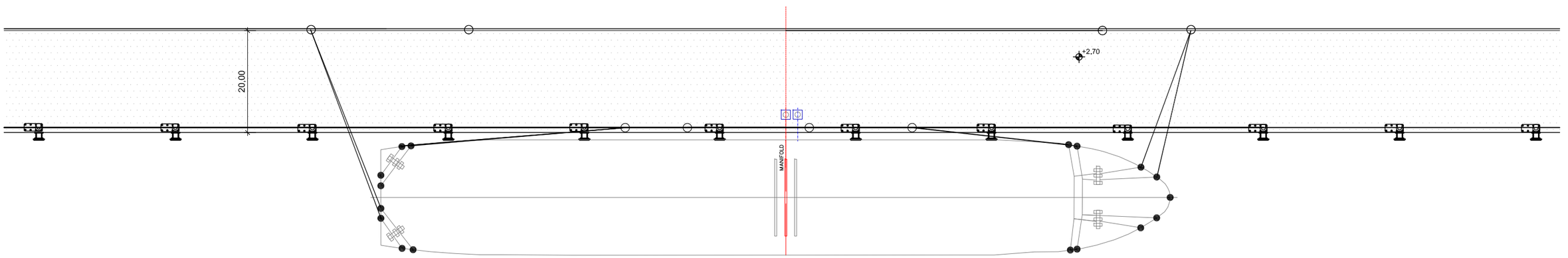
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



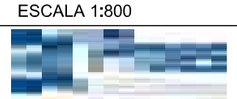
LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

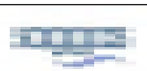
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

ESCALA 1:800





CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY
AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

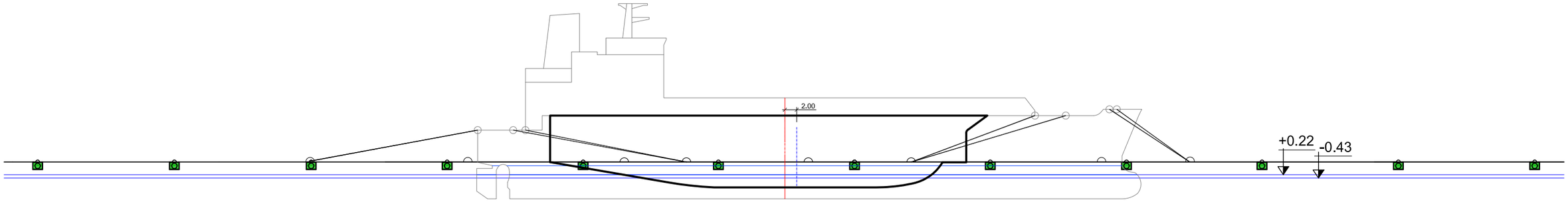
SCALE: INDICATED

DATE: DECEMBER 2015

MOORING LAYOUT
CORAL ENERGY

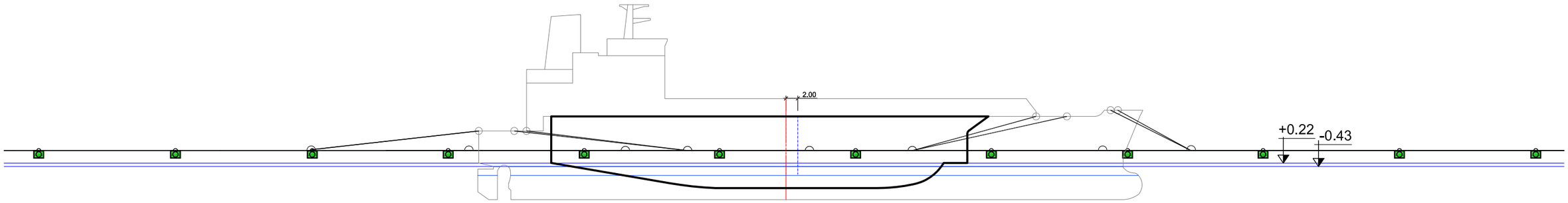
DRAWING: 01.01

SHEET 9 OF 11



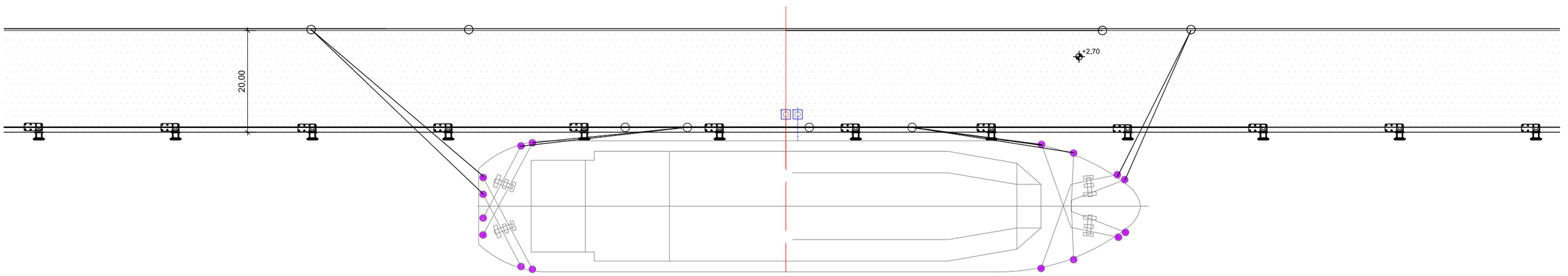
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



PLAN VIEW

ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY
AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

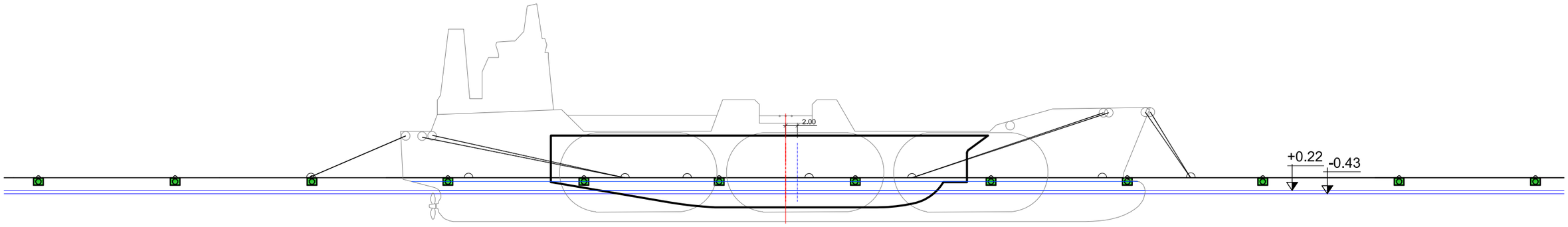
SCALE: INDICATED

DATE: DECEMBER 2015

MOORING LAYOUT
AMAN BINTULU

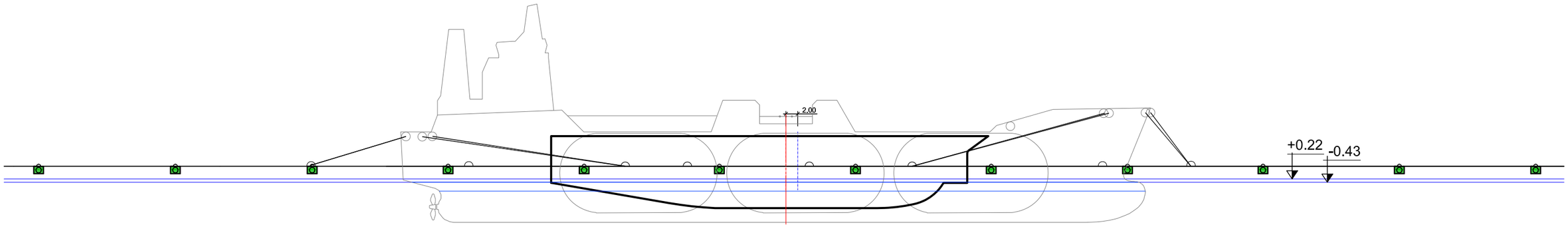
DRAWING 01.01

SHEET 10 OF 11



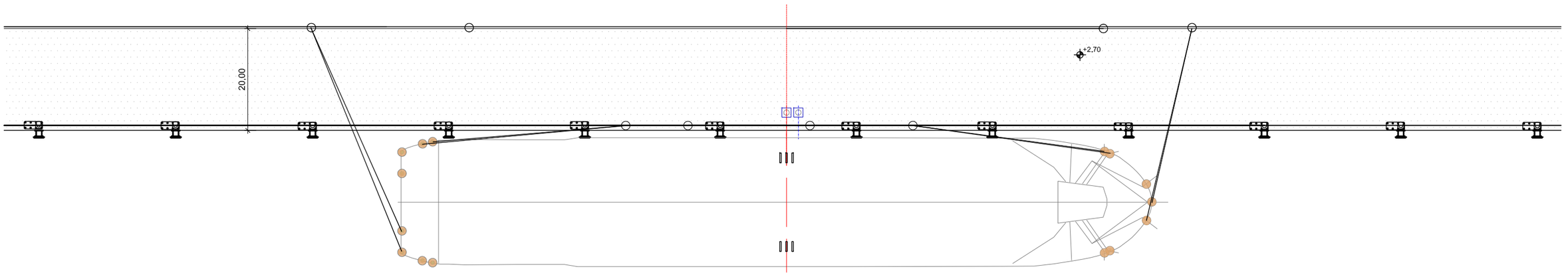
BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



PLAN VIEW

ESCALA 1:800

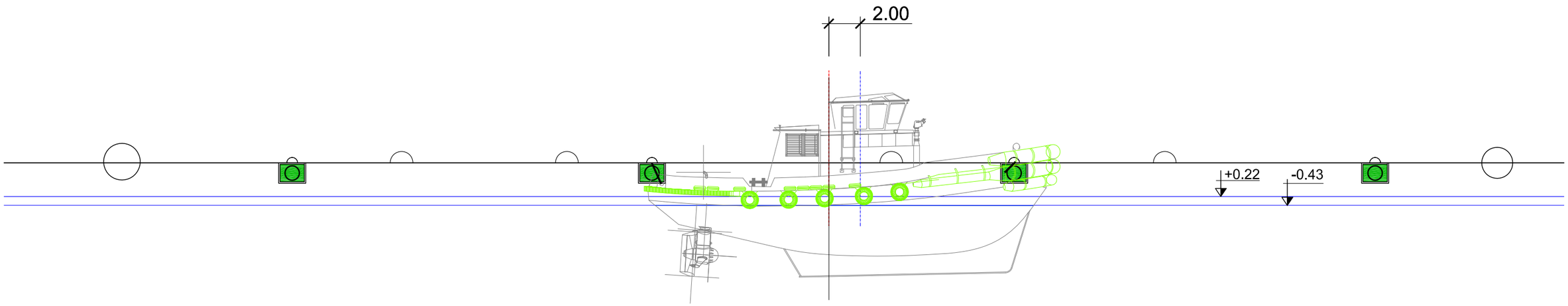
CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	MOORING LAYOUT WSD50 20K	DRAWING: 01.01
				SHEET 11 OF 11

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNG LOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

ANNEX IV

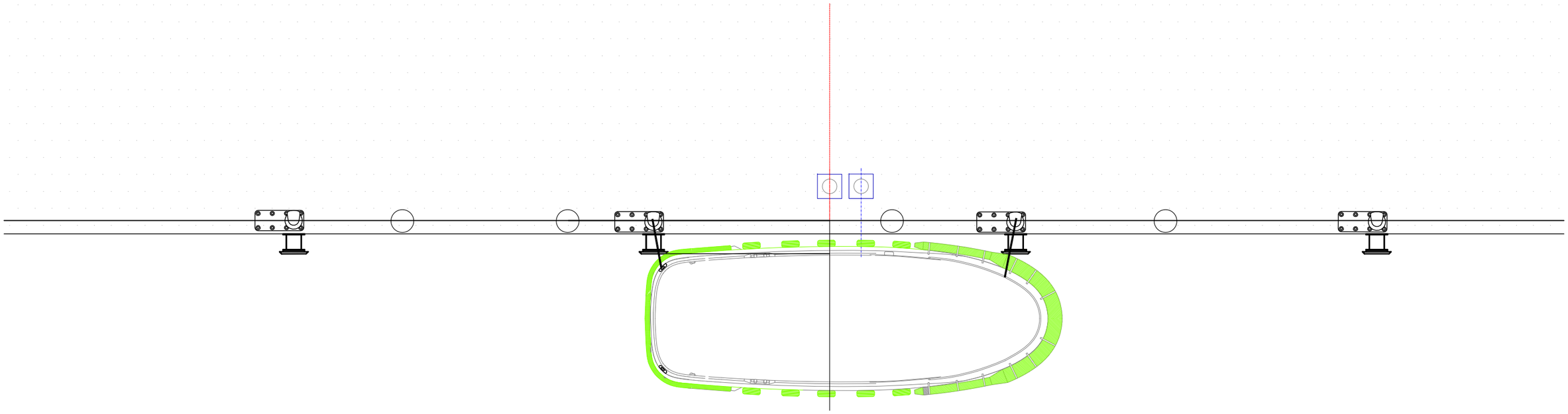
BUNKERING VESSELS GEOMETRICAL COMPATIBILITY AND

MOORING LAYOUTS USING THE EXISTING EQUIPMENT



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:300



PLAN VIEW

ESCALA 1:300

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY
AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

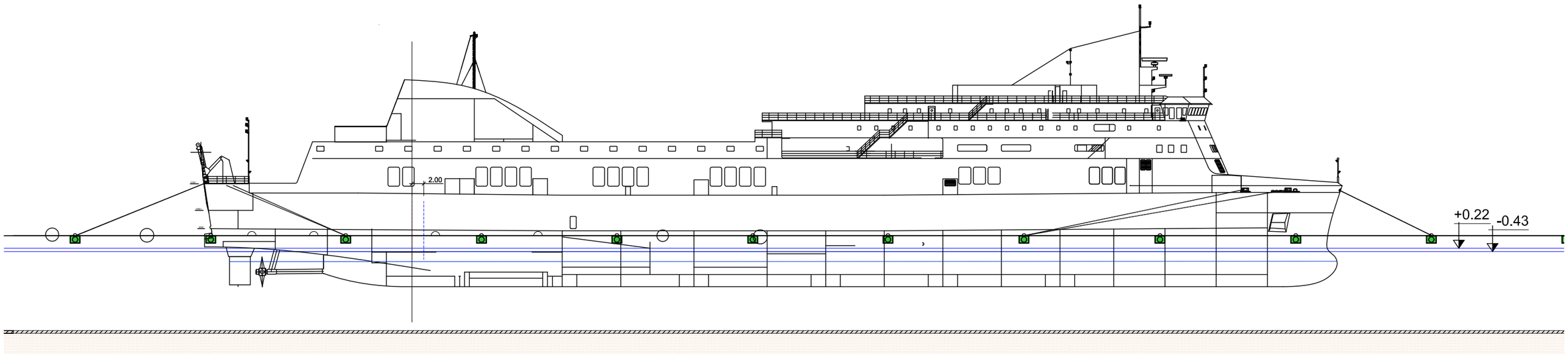
SCALE: INDICATED

DATE: DECEMBER 2015

GEOMETRICAL COMPATIBILITY AND MOORING LAYOUT
TUGBOAT

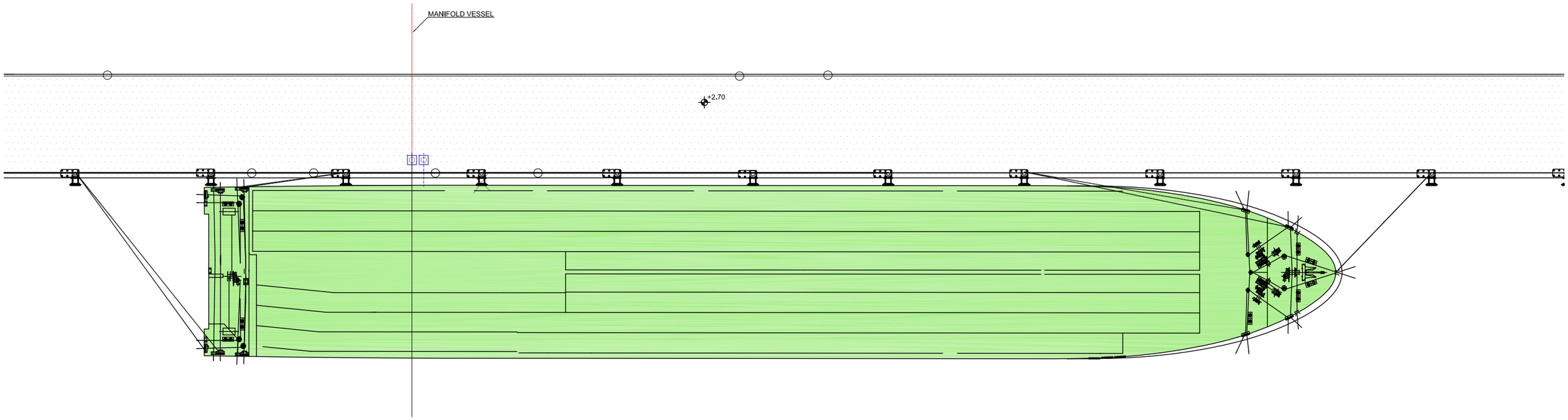
DRAWING 01.01

SHEET 1 OF 10



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

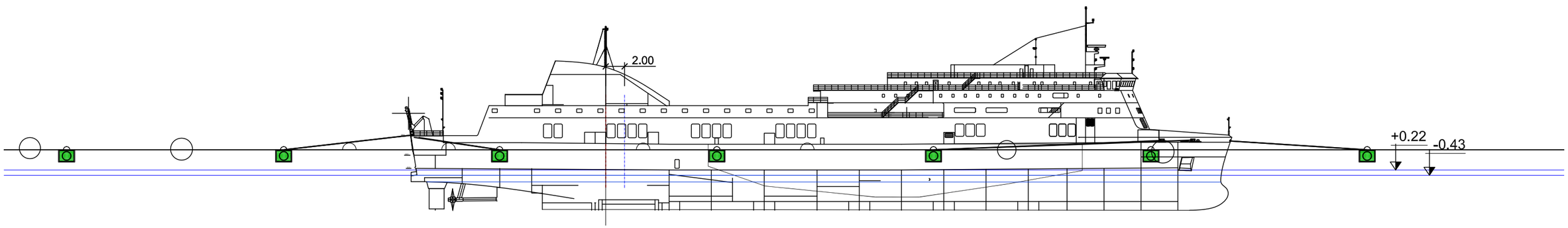
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

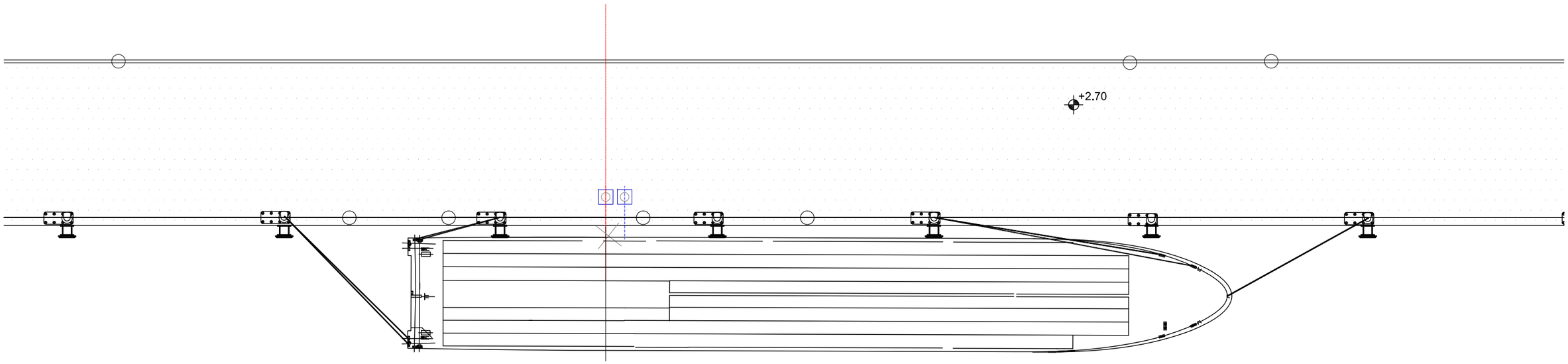
ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY AND MOORING LAYOUT ROPAX 01	DRAWING: 01.01 SHEET 2 OF 10



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

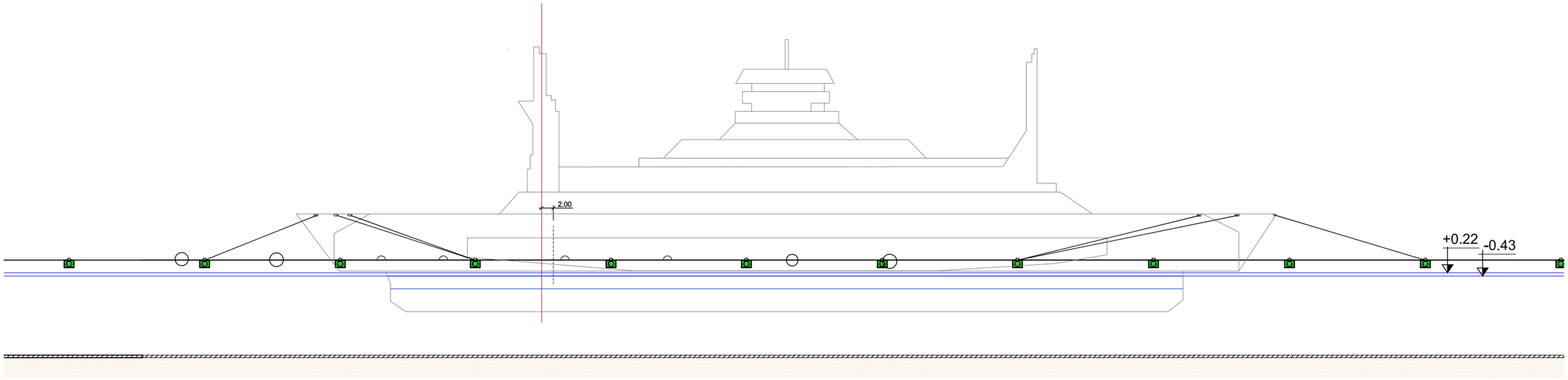
ESCALA 1:500



PLAN VIEW

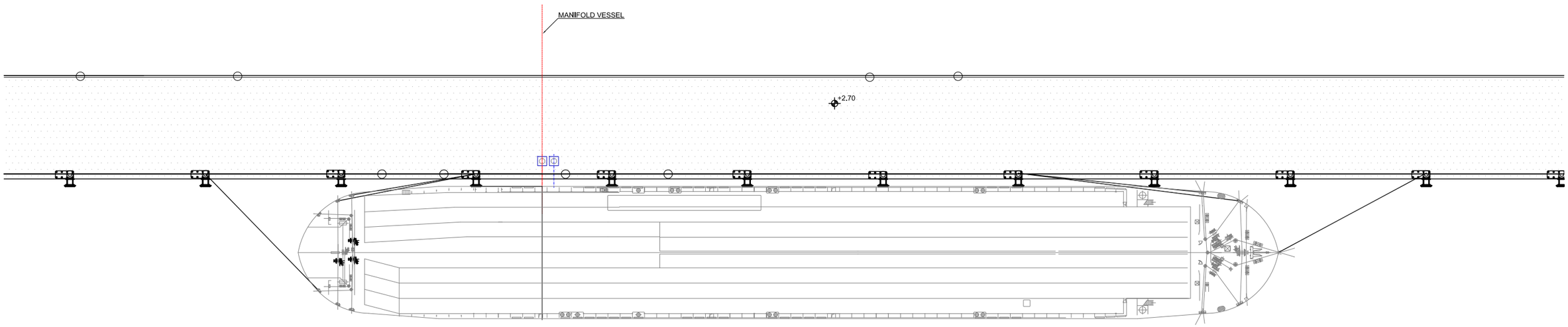
ESCALA 1:500

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY AND MOORING LAYOUT ROPAX 02	DRAWING: 01.01 SHEET 3 OF 10



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



PLAN VIEW

ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY

AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

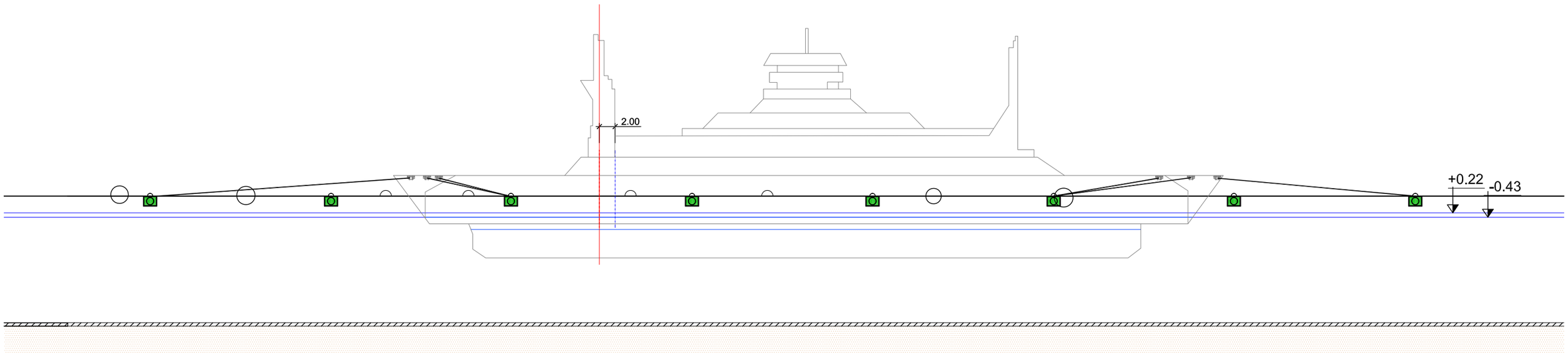
SCALE: INDICATED

DATE: DECEMBER 2015

GEOMETRICAL COMPATIBILITY AND MOORING LAYOUT

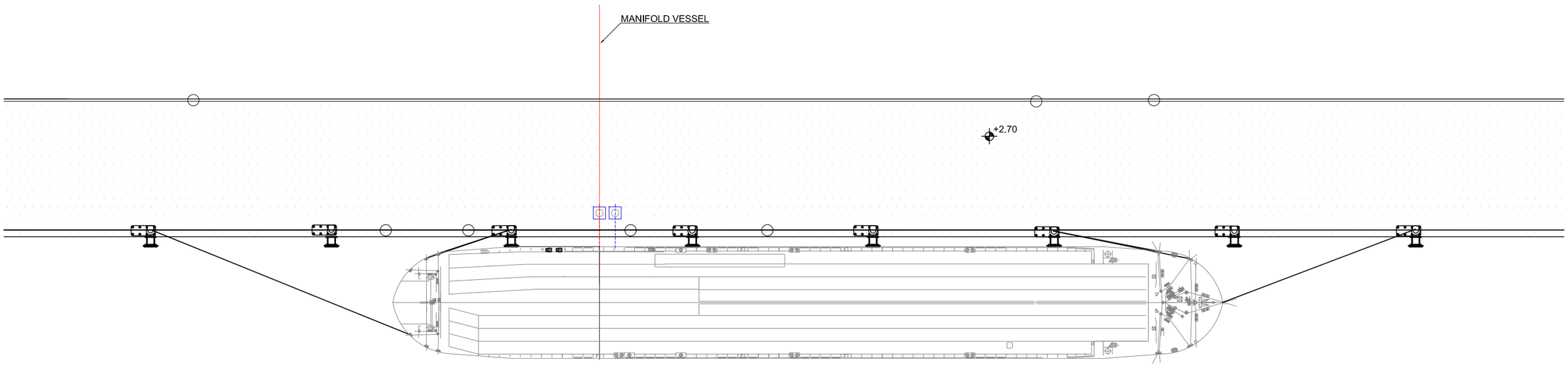
RORO 01

DRAWING 01.01



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

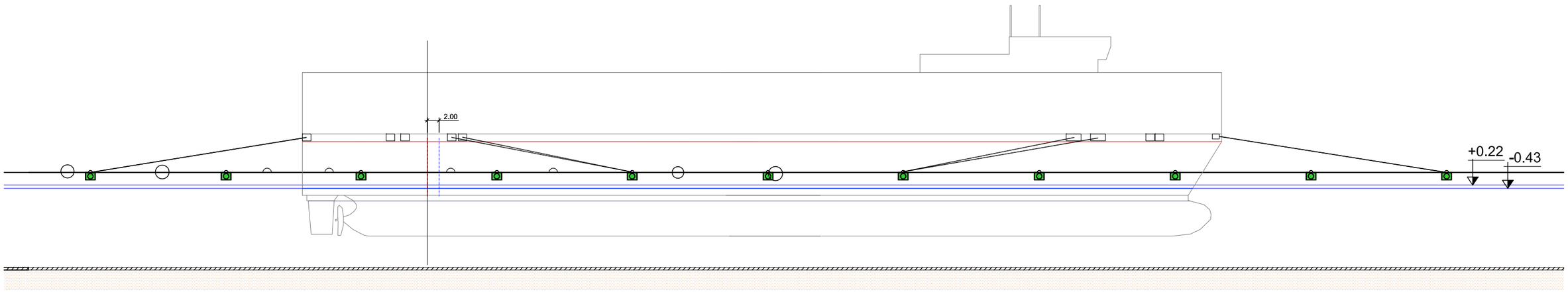
ESCALA 1:600



PLAN VIEW

ESCALA 1:600

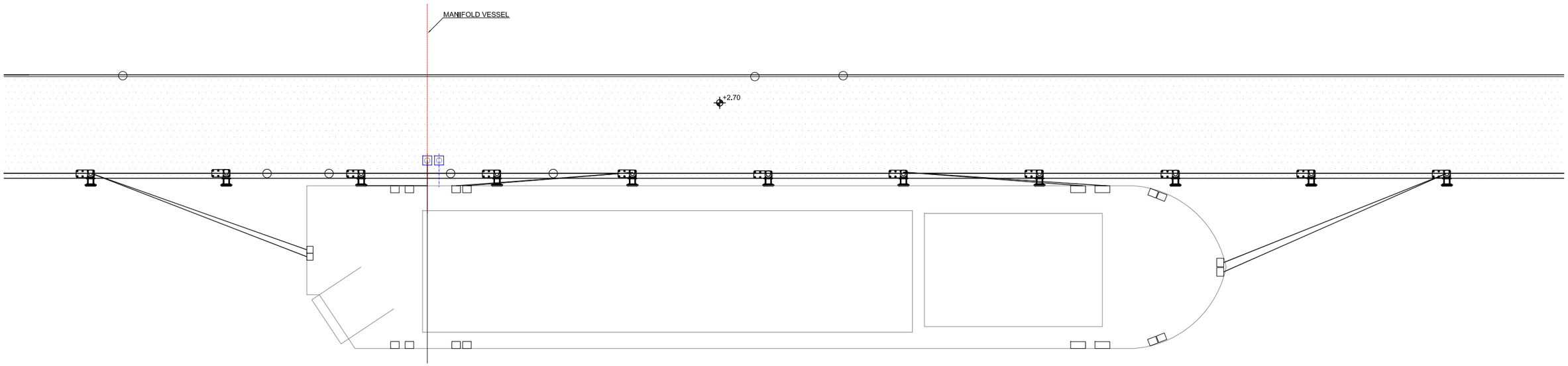
CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY AND MOORING LAYOUT RORO 02	DRAWING: 01.01 SHEET 5 OF 10



MANIFOLD VESSEL

LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

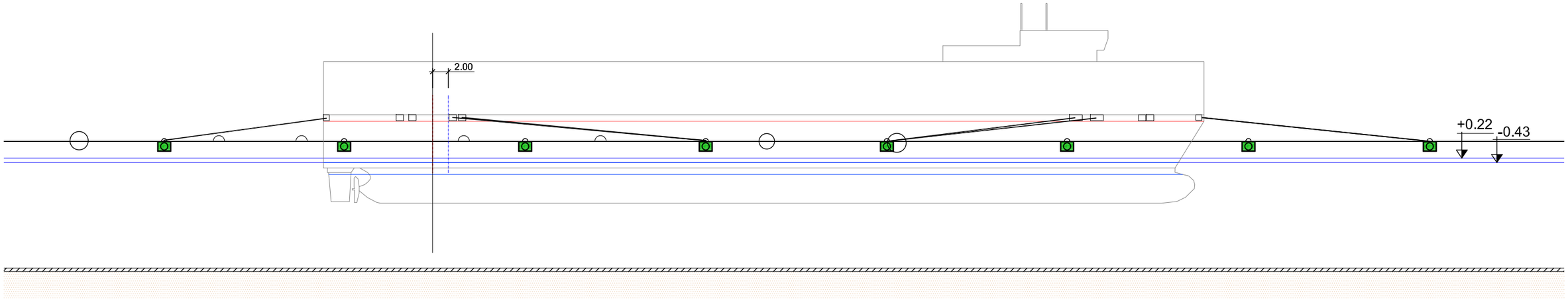
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

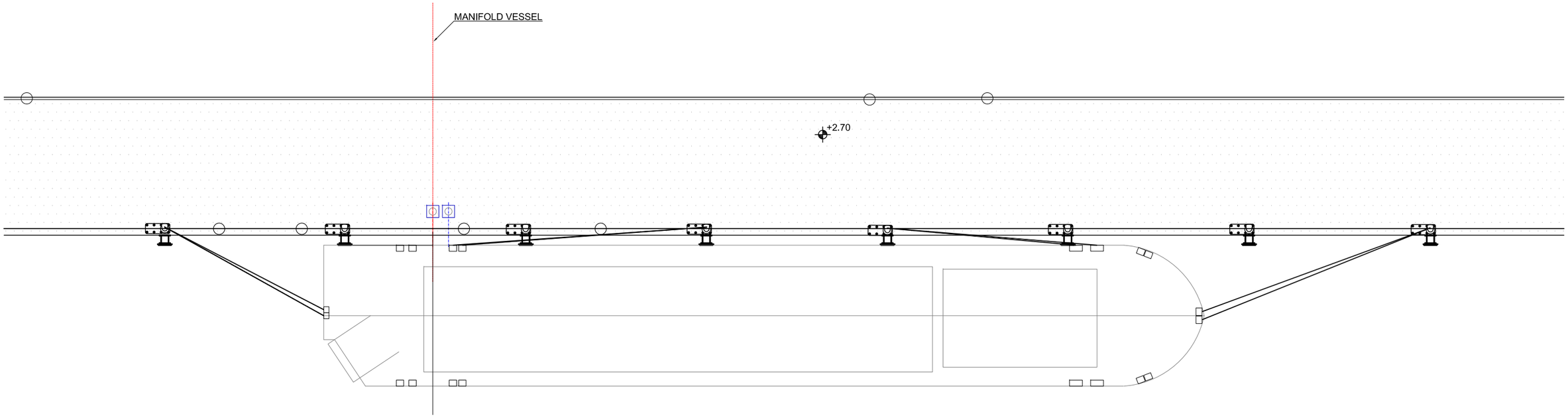
ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY AND MOORING LAYOUT CAR CARRIER 01	DRAWING: 01.01 SHEET 6 OF 10



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

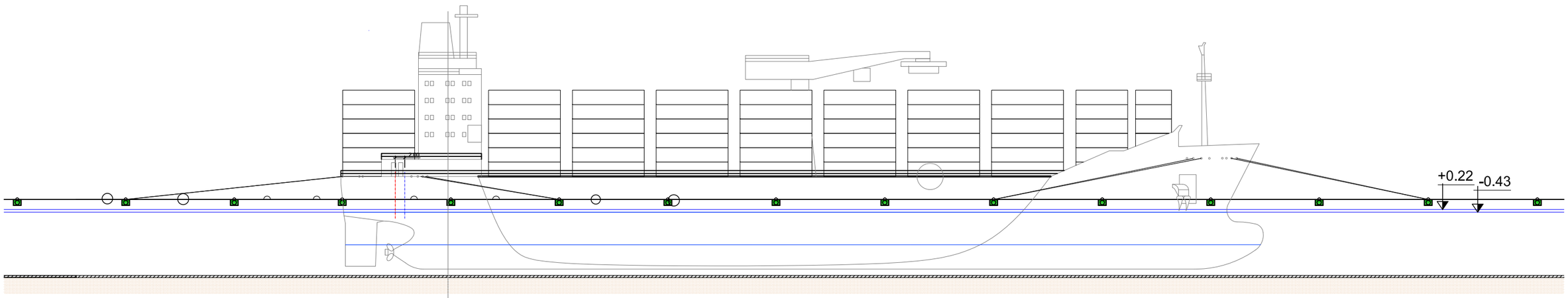
ESCALA 1:600



PLAN VIEW

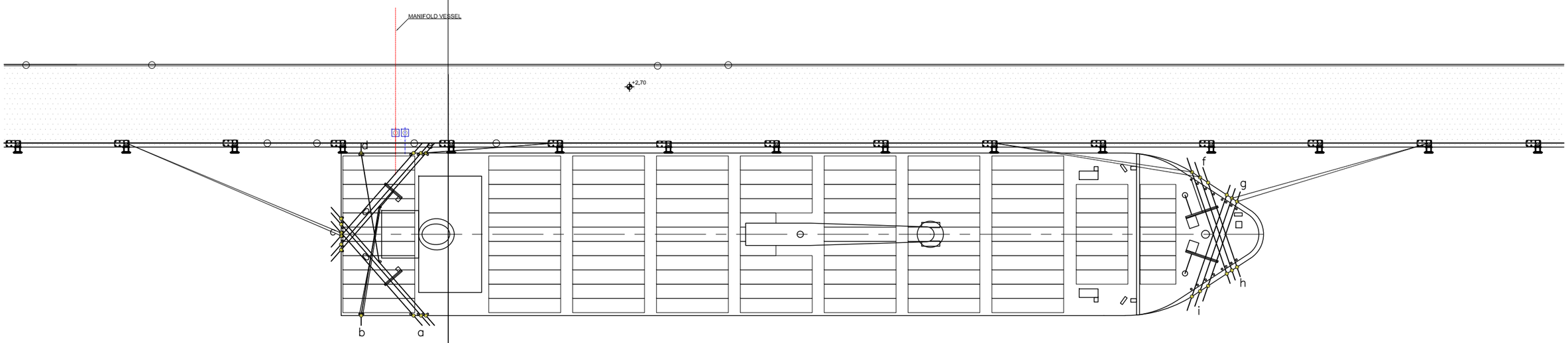
ESCALA 1:600

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY AND MOORING LAYOUT CAR CARRIER 02	DRAWING: 01.01 SHEET 7 OF 10



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

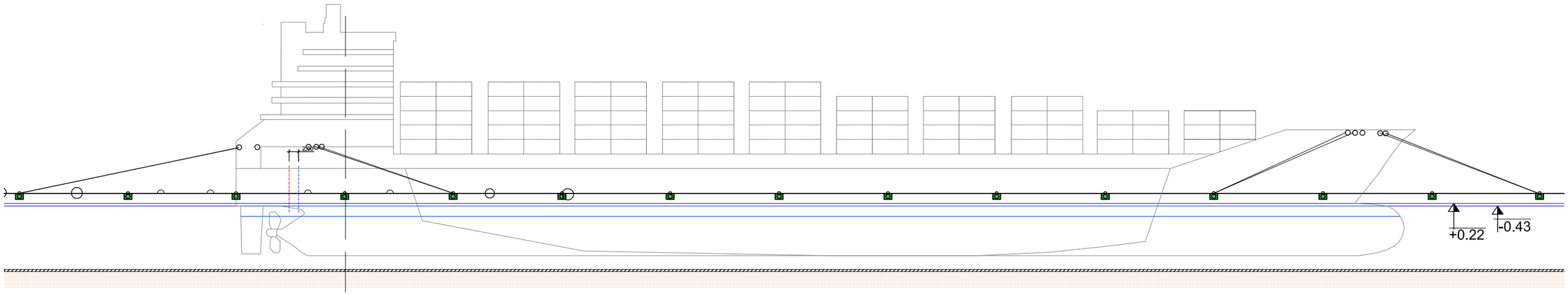
ESCALA 1:800



PLAN VIEW

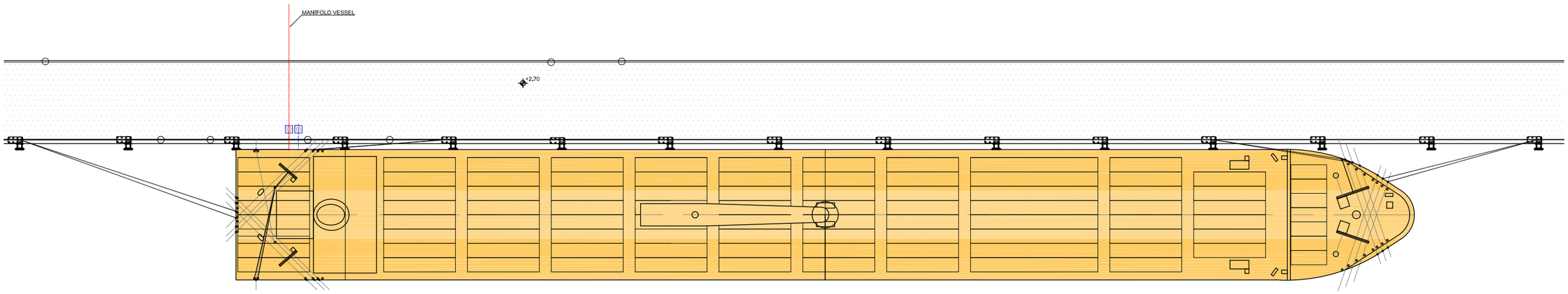
ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY AND MOORING LAYOUT CONTAINER SHIP 00	DRAWING: 01.01 SHEET 8 OF 10



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:1000



PLAN VIEW

ESCALA 1:1000

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY

AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

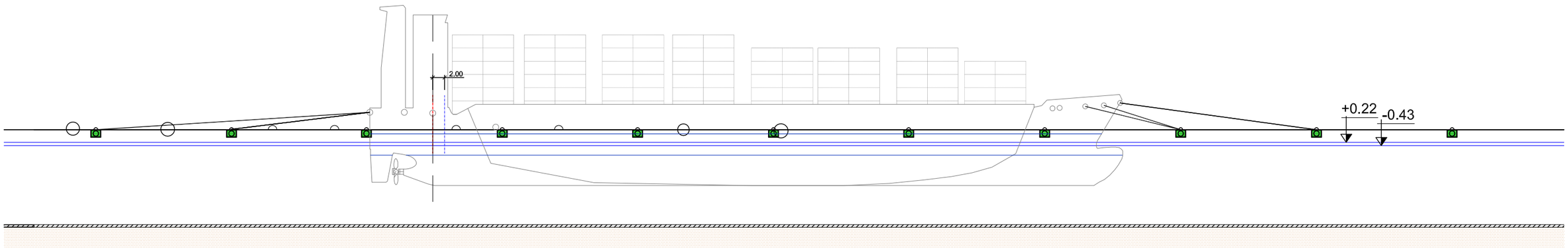
SCALE: INDICATED

DATE: DECEMBER 2015

GEOMETRICAL COMPATIBILITY AND MOORING LAYOUT

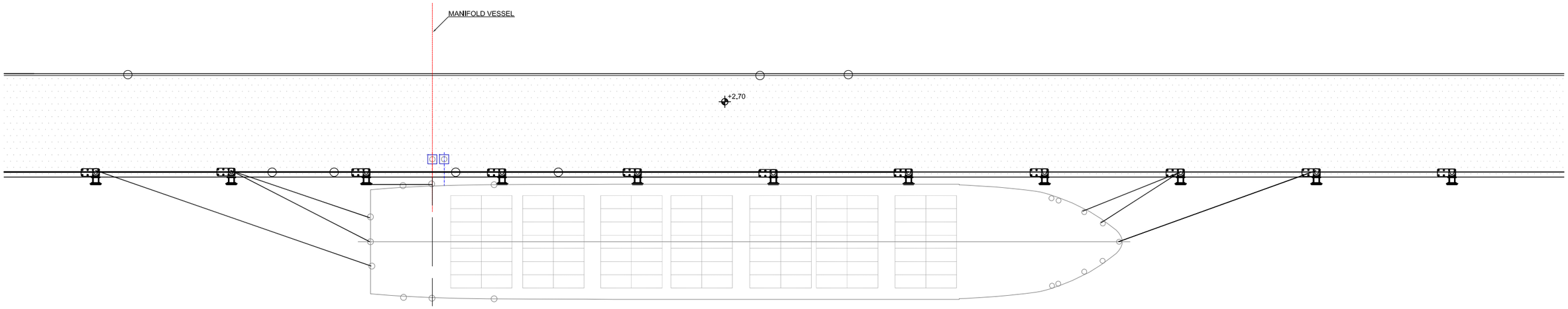
CONTAINER SHIP 01

DRAWING 01.01



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION SECTION

ESCALA 1:800



PLAN VIEW

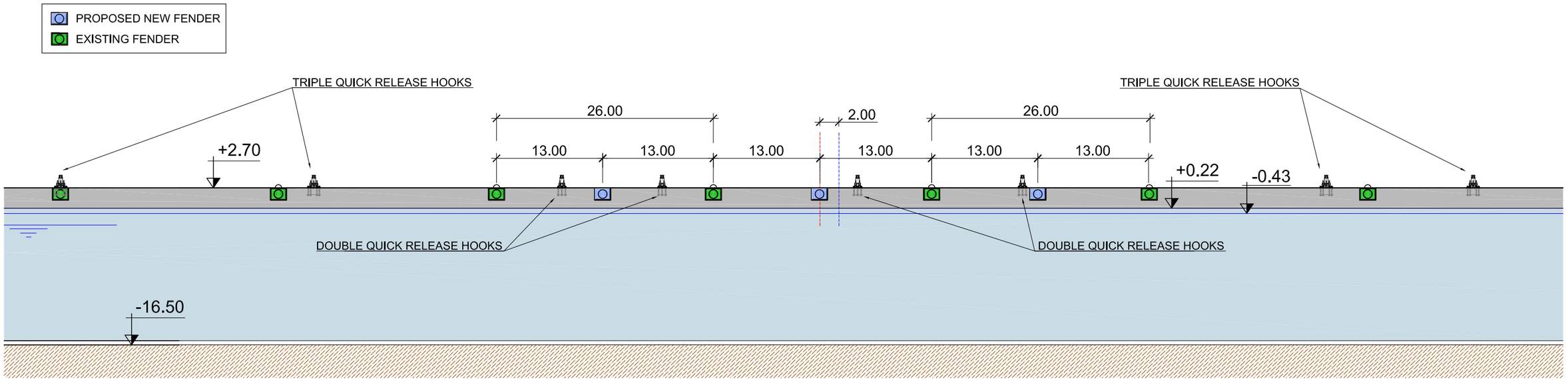
ESCALA 1:800

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	GEOMETRICAL COMPATIBILITY AND MOORING LAYOUT CONTAINER SHIP 02	DRAWING: 01.01 SHEET 10 OF 10

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNG LOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

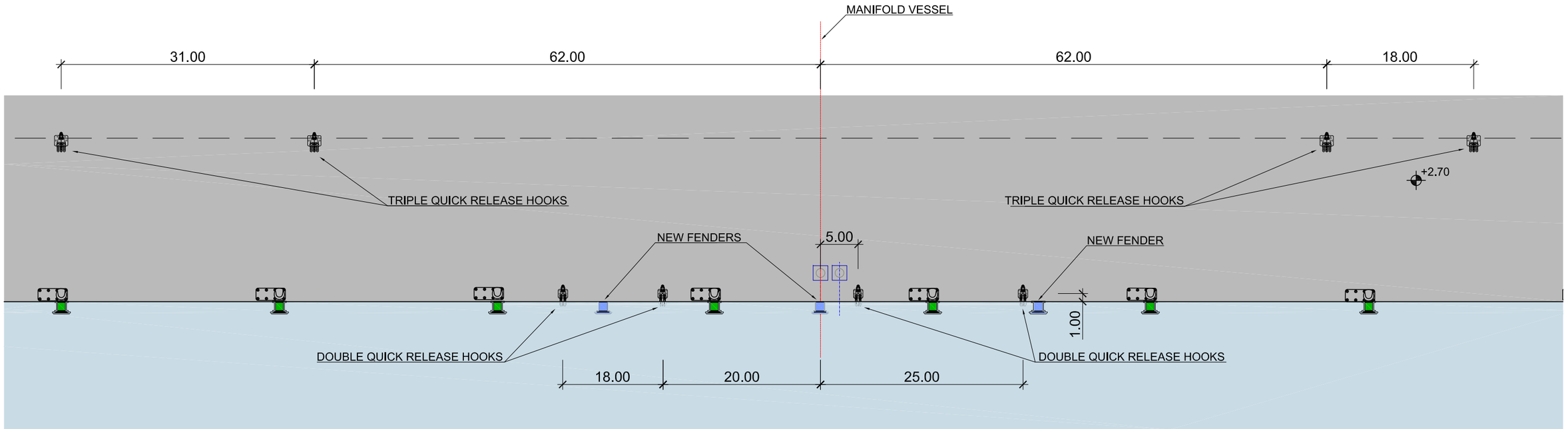
ANNEX V

SOUTH WEST QUAY LAYOUT WITH THE PROPOSED EQUIPMENT



ELEVATION

ESCALA 1:500



PLAN VIEW

ESCALA 1:500

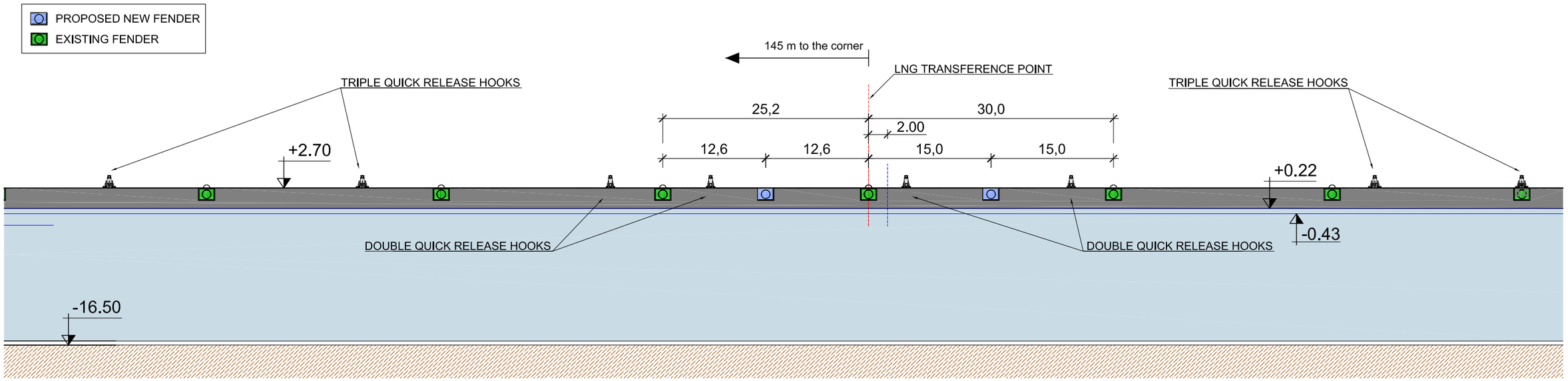
	CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	SW QUAY LAYOUT WITH THE PROPOSED EQUIPMENT	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNG LOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION

ANNEX VI

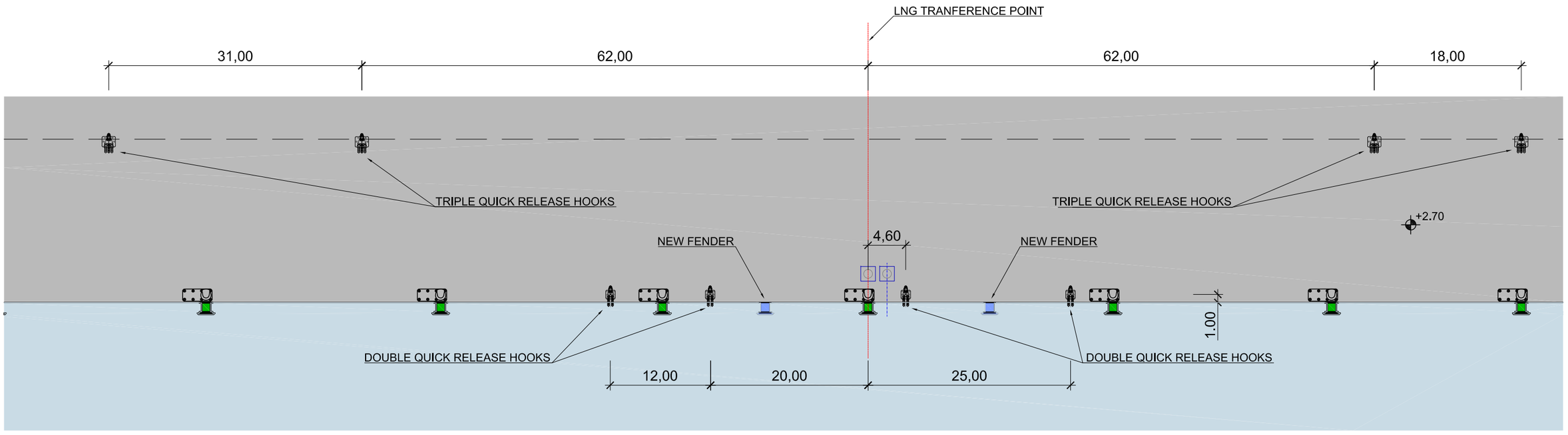
SOUTH WEST QUAY LAYOUT WITH THE PROPOSED

EQUIPMENT. CONCLUSIONS



ELEVATION

ESCALA 1:500



PLAN VIEW

ESCALA 1:500

CONCEPTUAL DESIGN OF NEW LNGLOADING FACILITIES AT THE SW QUAY AT THE SAGUNTO´S PORT EXTENSION. CONCLUSIONS	SCALE: INDICATED	DATE: DECEMBER 2015	SW QUAY LAYOUT WITH THE PROPOSED EQUIPMENT. CONCLUSIONS	DRAWING: 01.01 SHEET 1 OF 1

COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

GEOMETRICAL COMPATIBILITY STUDY FOR LNG BUNKERING OPERATIONS AT SAGGAS EXISTING FACILITIES

RECORD OF REVIEW

Review	Date	Prepared by	Checked by	Approved by	Change description
1	22/12/15	MLC	AAM	AMV	Issued for comments

TABLE OF CONTENTS

1.- INTRODUCTION AND SCOPE 4

2.- VESSEL DATA AND MARINE TERMINAL LAYOUT 5

2.3.- FENDERS SYSTEM 6

2.4.- MOORING LINE SYSTEM 8

2.5.- ACCESS GANGWAY 9

2.6.- DEPTH AT THE BERTH 9

3.- COMPATIBILITY 11

3.1.- TUGBOAT 12

3.1.1 Geometrical Compatibility with Fenders 12

3.1.2 Geometrical Compatibility with Mooring System 13

3.2.- RO PAX 01 14

3.2.1 Geometrical Compatibility with Fenders 14

3.2.2 Geometrical Compatibility with Mooring System 15

3.3.- ROPAX 02 16

3.3.1 Geometrical Compatibility with Fenders 16

3.4.- RO-RO 01 18

3.4.1 Geometrical Compatibility with Fenders 18

3.4.2 Geometrical Compatibility with Mooring System 19

3.5.- RO-RO 02 20

3.5.1 Geometrical Compatibility with Fenders 20

3.5.2 Geometrical Compatibility with Mooring System 21

3.6.- CAR CARRIER 01 22

3.6.1 Geometrical Compatibility with Fenders 22

3.6.2 Geometrical Compatibility with Mooring System 23

3.7.- CAR CARRIER 02 24

3.7.1 Geometrical Compatibility with Fenders 24

3.7.2 Geometrical Compatibility with Mooring System 25

3.8.- CONTAINER SHIP 01 26

3.8.1 Geometrical Compatibility with Fenders 26

3.8.2 Geometrical Compatibility with Mooring System 27

3.9.- CONTAINER SHIP 02 28

3.9.1 Geometrical Compatibility with Fenders 28

3.9.2 Geometrical Compatibility with Mooring System 29

4.- CONCLUSIONS 30

FIGURES

Figure 1. Location of the existing marine terminal. 4
Figure 2. Marine Terminal Layout 6
Figure 3. Fender system layout. Elevation view 6
Figure 4. Inner fender layout. 7
Figure 5. Outer fender layout. 7
Figure 6. Tugboat. Fenders Location. 12
Figure 7. Tugboat. Mooring Arrangement. 13
Figure 8. RO-PAX 01. Fenders location. 14
Figure 9. RO-PAX 01. Mooring Arrangement. 15
Figure 10. RO-PAX 02. Fenders location. 16
Figure 11. RO-PAX02. Mooring Arrangement. 17
Figure 12. RO-RO 01. Fenders location. 18
Figure 13. RO-RO 01. Mooring Arrangement. 19
Figure 14. RO-RO 02. Fenders location. 20
Figure 15. RO-RO 02. Mooring Arrangement. 21
Figure 16. CAR CARRIER 01. Fenders location. 22
Figure 17. CAR CARRIER 01. Mooring Arrangement. 23
Figure 18. CAR CARRIER 02. Fenders location. 24
Figure 19. CAR CARRIER 02. Mooring Arrangement. 25
Figure 20. CONTAINER SHIP 01. Fenders location. 26
Figure 21. CONTAINER SHIP 01. Mooring Arrangement. 27
Figure 22. CONTAINER SHIP 02. Fenders location. 28
Figure 23. CONTAINER SHIP 02. Mooring Configuration. 29

TABLES

Table1. Design Vessel Characteristics 5
Table 2. Summary table. Saggas terminal –LNG bunkering fleet Geometrical compatibility results. 30

1.- INTRODUCTION AND SCOPE

SAGGAS LNG terminal has been handling LNG Carrier unloading operations since 2006 up to now. In addition, the terminal was upgraded in 2013 in order to allow loading operations. The design LNG carrier fleet compatible with the terminal ranges from 30.000 m3 to 260.000 m3. In a new potential bunker LNG market, small LNG carriers will realize an important paper to supply the possible plants satellites in the ports or even to supply directly barges of LNG. Due to this, is important to study the compatibility in SAGGAS's existing jetty of this kind of ships.

This presents the results of the Geometrical Compatibility Study developed in order to establish the feasibility of a potential fleet of LNG powered ships (new built of re-converted) to be served at the existing facilities of SAGGAS regasification plant.

Figure 1. Location of the existing marine terminal.

Scope of works of the study includes the asses of the existing mooring and berthing equipment at the marine terminal in order to properly serve as mooring and berthing equipment for the potential reception fleet.

2.- VESSEL DATA AND MARINE TERMINAL LAYOUT

2.1.- VESSEL CHARACTERISTICS

A list of different vessel typologies has been provided as considered to be potential users of a future LNG bunkering supply facilities. Very little information is available in terms of the particular conditions of these vessels for LNG intake; therefore, this study has been based on general assumptions on the typical morphology of the different members of the potential fleet, composed by following traffics:

- Tugboat.
- Ropax.
- Ro-Ro´s
- Car Carriers
- Containerships

Accordingly, maximum and minimum design vessels of each typology have been considered as design bunkering fleet. Main particulars of the ships within the design fleet are included in the following table:

CHARACTERISTICS	Length Overall [m]	Beam [m]	Moulded Depth [m]	Loaded draft [m]	Ballast draft [m]
TUGBOAT	30.80	11.50	7.50	5.50	
ROPAX 01	224.00	34.00	18.00	6.90	4.90
ROPAX 02	101.00	15.30	8.20	4.30	3.40
RO-RO 01	193.0	26.00	19.25	7.00	4.50
RO-RO 02	122.00	16.50	12.16	6.00	4.20
CAR CARRIER 01	181.00	32.00	32.20	9.40	
CAR CARRIER 02	130.00	20.77	21.00	6.00	
CONTAINER SHIP 01	290.00	32.00	25.00	12.20	9.70
CONTAINER SHIP 02	148.00	22.70	11.50	9.50	6.70

Table1. Design Vessel Characteristics

2.2.- MARINE TERMINAL LAYOUT

The marine terminal berthing facility is composed of an offset working platform with a total length of 158.00 m where the LNG transference equipment is installed. The berthing system, access gangway and mooring hooks for spring lines are, as well, located at this structure, whereas the remaining mooring hooks for head/stern and breast lines are installed on the original pier at both sides of said platform.

The minimum depth at the berth is 14.0 m and the top height of the superstructures of the dock is +2.70 m.

Marine terminal layout is shown on the following figure:

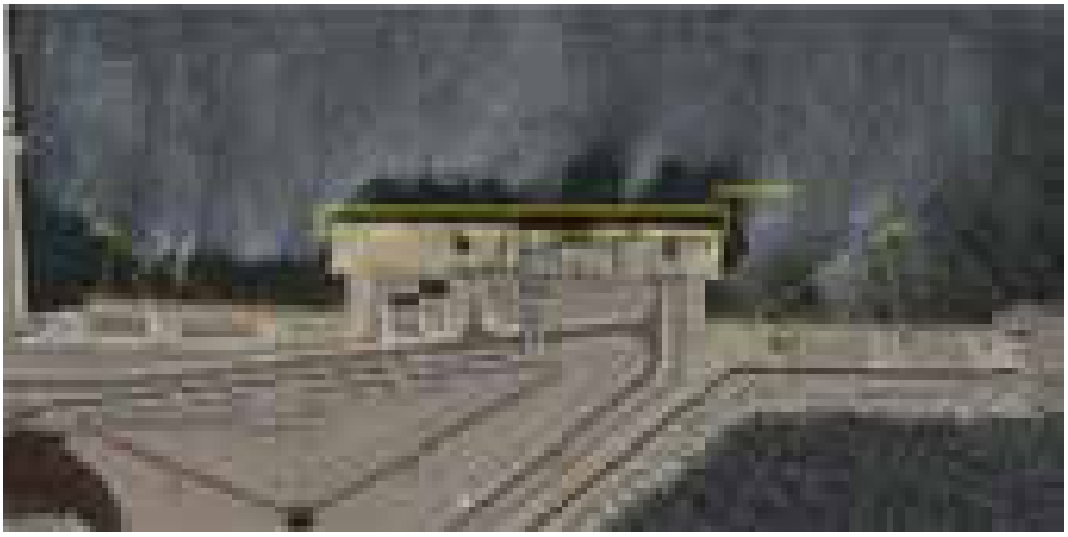


Figure 2. Marine Terminal Layout

2.3.- FENDERS SYSTEM

The berthing system compatibility evaluation requires verifying the suitability of the fender system, currently existing in the terminal, with the new vessel typology. Regarding this, the fenders position will be checked in order to guarantee sufficient contact between the vessels' parallel body and the fender panels.

Set out below is the information available on existing fenders:

Figure 3. Fender system layout. Elevation view

There are two types of fenders in the berth: Inner and outer fenders. Fenders groups are composed of double rubber units. The inner fender type SC 1450H grade A (55% deflection), has a reaction force of 169.1 T/unit of fender and an energy absorption of 106.7 T·m/unit of fender. On the other hand, extreme fender type SC 1450H grade B (52.5% deflection), has a reaction force of 144.1 T/unit of fender and an energy absorption of 90.2 T·m/unit of fender.

Inner fenders are equipped with 7.00 x 3.00 m panels whereas outer ones are 4.07 x 5.59 m.

The following figure shows the position of fenders:

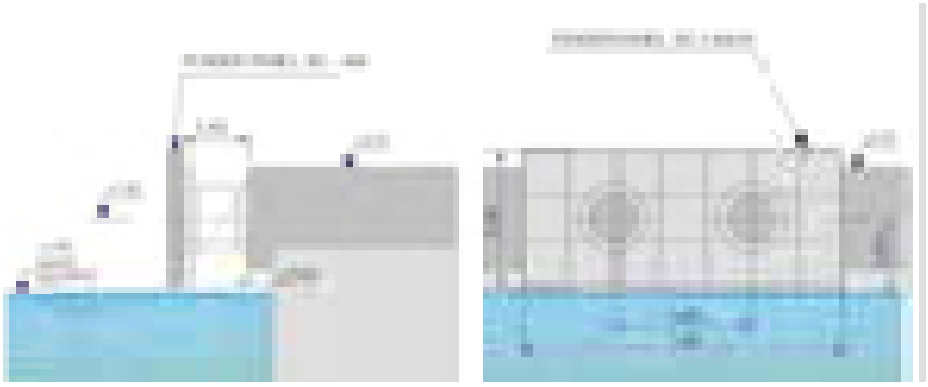


Figure 4. Inner fender layout.

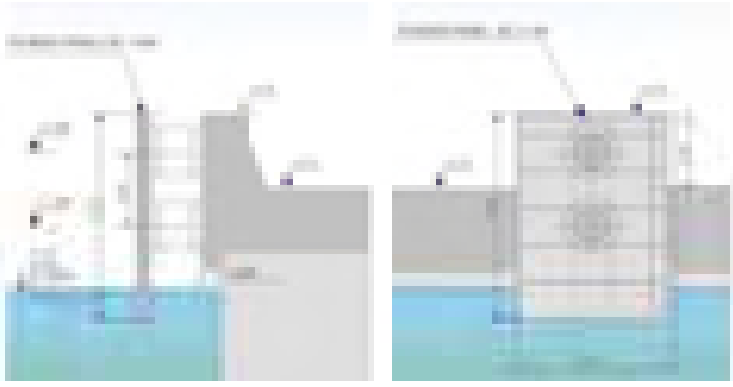


Figure 5. Outer fender layout.

The compatibility between fleet and fender system has been analyzed under the most unfavorable conditions, that is, ballast - highest water level and load- lowest water level combinations. In general terms, each vessel is considered to compatible if contact between, at least, one fender fore and one fender aft is guaranteed with hull's flat body. However, no reliable information on flat body morphology has been available during the development of this study; thus, fender compatibility has been generally assumed by analyzing the vessels cross section arrangements.

2.4.- MOORING LINE SYSTEM

The mooring system analysis consists in studying the mooring arrangement using plan a front views of the vessel moored to the existing mooring hooks. Starboard side mooring has been considered regarding safety aspects.

The existing mooring system of the marine terminal in Sagunto consists of 10 triple quick release hooks where 6 of them (3 each side of the working platform) are used for head/stern and breast lines and the remaining four, located two fore and two aft at the working platform are intended for spring lines mooring.

The mooring layout is established, as possible, according to the OCIMF "*Mooring Equipment Guidelines*" published in 2008, where the following recommendations for mooring LNG carriers are described:

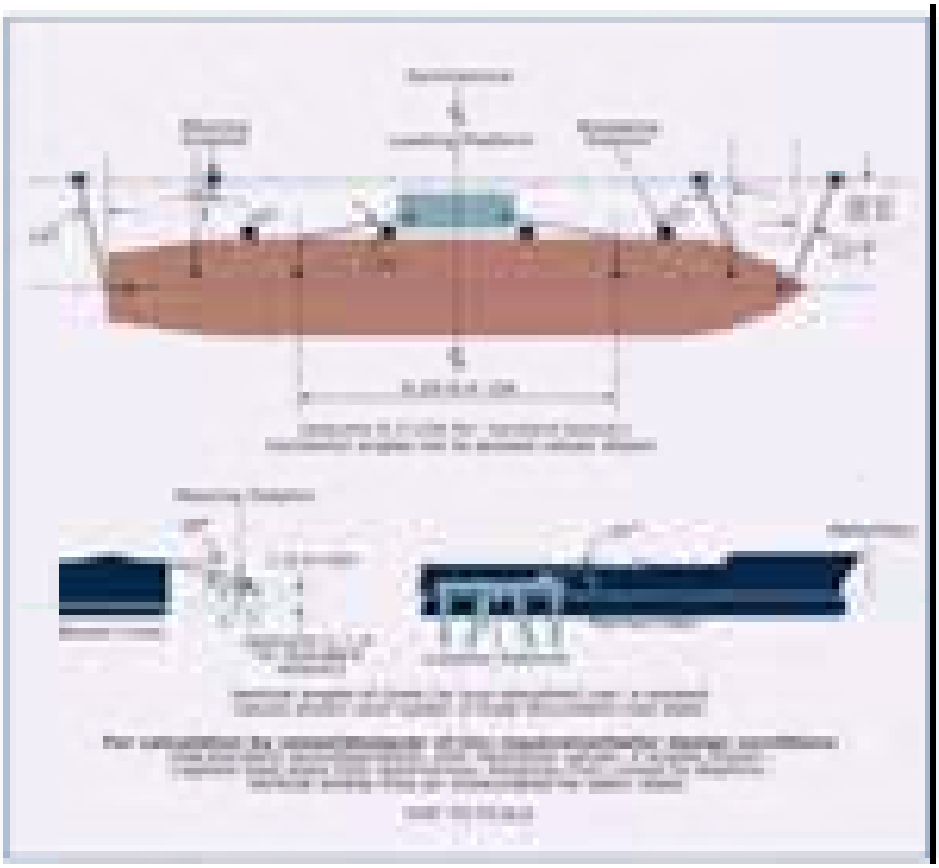


Figure 1. Ideal Mooring Pattern. Source: OCIMF

- Breast lines shall be moored in the most perpendicular way possible regarding the berthing front.
- Spring lines shall be placed the most parallel possible to the berth.
- When possible, vertical angles shall not be greater than 25 º.

- Mooring arrangement shall be as symmetrical as possible regarding the vessel's manifold.

The vessels have been moored as symmetrical as possible by means of breast lines to restrict the transversal movements, spring lines to restrain longitudinal excursions and head/stern lines for both transversal and longitudinal movements.

In order to moor the ships regarding the existing mooring system at the terminal, some ships have been moored without taking into account the current direction of the quick release hooks located on the platform. For all scenarios the most favorable direction on each case has been considered.

2.5.- ACCESS GANGWAY

The berth is equipped with two electro hydraulic access gangways located both sides of the LNG transference arms building, on top of the working platform.

There is no evidence in the existing regulation on LNG bunkering supply that the provision of a gangway is mandatory when the service is lent from a jetty. Additionally, the lack of detailed information on the potential bunkering receiving fleet leads to a high level of uncertainty about the suitability of the ships to provide deck support for the gangway. Consequently, although ship-shore access is assumed to be necessarily provided for emergency cases, it has been assumed that the use of ship's own means (accommodation ladder) will be adequate for this purpose.

2.6.- DEPTH AT THE BERTH

The minimum depth along the existing terminal at Sagunto is 14.00 metres.

According to ROM 2.0-11, the following simplified formulation could be considered in order to estimate the necessary draft in a berth. This method differences sheltered and unsheltered locations and ship displacements above or below 10,000 tonnes. The following table shows the approximation considered for this case:

	VESSEL WITH THE HIGHEST DRAFT IN LOADED LOW ASTRONOMICAL TIDE COMBINATION	h1	h3
Berth constructions in sheltered areas	Vessels with big displacement (≥ 10,000 tonnes)	$1.08 \cdot D_e$	1.00 m
	Vessels with small or medium displacement (<10,000 tonnes)	$1.05 \cdot D_e$	0.75 m
Berth constructions in unsheltered areas	Vessels with big displacement (≥ 10,000 tonnes)	$1.12 \cdot D_e$	1.00 m
	Vessels with small or medium displacement (<10,000 tonnes)	$1.10 \cdot D_e$	0.75 m

Table 5. Formulation proposed by ROM 2.0-11 to estimate needed draft.

Being h1 and h3 the two components that sum the total minimum draft. (h=h1+h3)

In this particular case, the existing terminal at Saggas is a sheltered location and the vessel is considered as one with big displacement, therefore the expression is:

$$h=1.08\cdot D_e+1.00 \quad (1)$$

As the available depth at the jetty is 14.00 m, and the low astronomical tide level is -0.43 m, minimum depth value is:

$$H=14.00-0.43=13.57\text{m} \quad (2)$$

To obtain the maximum allowed draft, the real depth is equalized to the expression used from the table (1) and (2):

$$1.08\cdot D_e+1.00=13.57 \text{ m}$$

$$D_e = 11.64 \text{ m}$$

In this case, H<h and container ship 01 geometrical compatibility should be furthered studied. It is likely that with deeper analysis this vessel could become compatible because of the low difference (only 0.56 m) between the needed draft and the available depth.

The rest of the proposed bunkering fleet as it is abovementioned has no problems in terms of draft requirements.

3.- COMPATIBILITY

Coming up next an individual compatibility study for each vessel is performed. For each one necessary geometric check are shown in order to establish the compatibility of each vessel with the terminal at Sagunto, through the following elements:

- Geometrical Compatibility with Fenders
- Geometrical Compatibility with Mooring System

It is to be noticed that this compatibility study has been carried out by assuming a berthing position of the potential LNG bunkering fleet centred along the berthing face, this is, aligning mid-ship axis and vapour return arm. This berthing position allows for quite good mooring and berthing layouts, as this assumption follows the general patterns of the mooring arrangements of the currently operation fleet.

However, as it has been found in the scares available information about LNG powered ships, it is expected that LNG intake flange will be located at some point in the aft half of the ships, what could lead to very different mooring patterns from what shown below.

3.1.- TUGBOAT

3.1.1 *Geometrical Compatibility with Fenders*

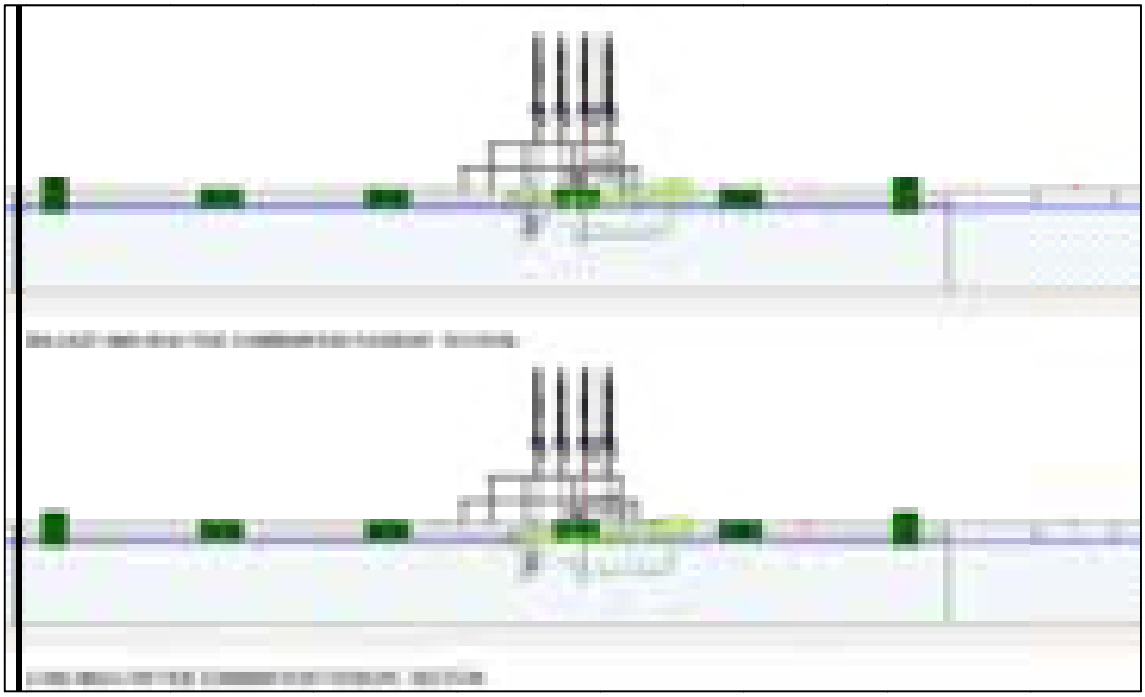


Figure 6. Tugboat. Fenders Location.

In this case, tugboats have their own fenders, which make this type of ship can berth almost any type of dock. Therefore it is compatible with the existing terminal at Sagunto.

3.1.2 Geometrical Compatibility with Mooring System

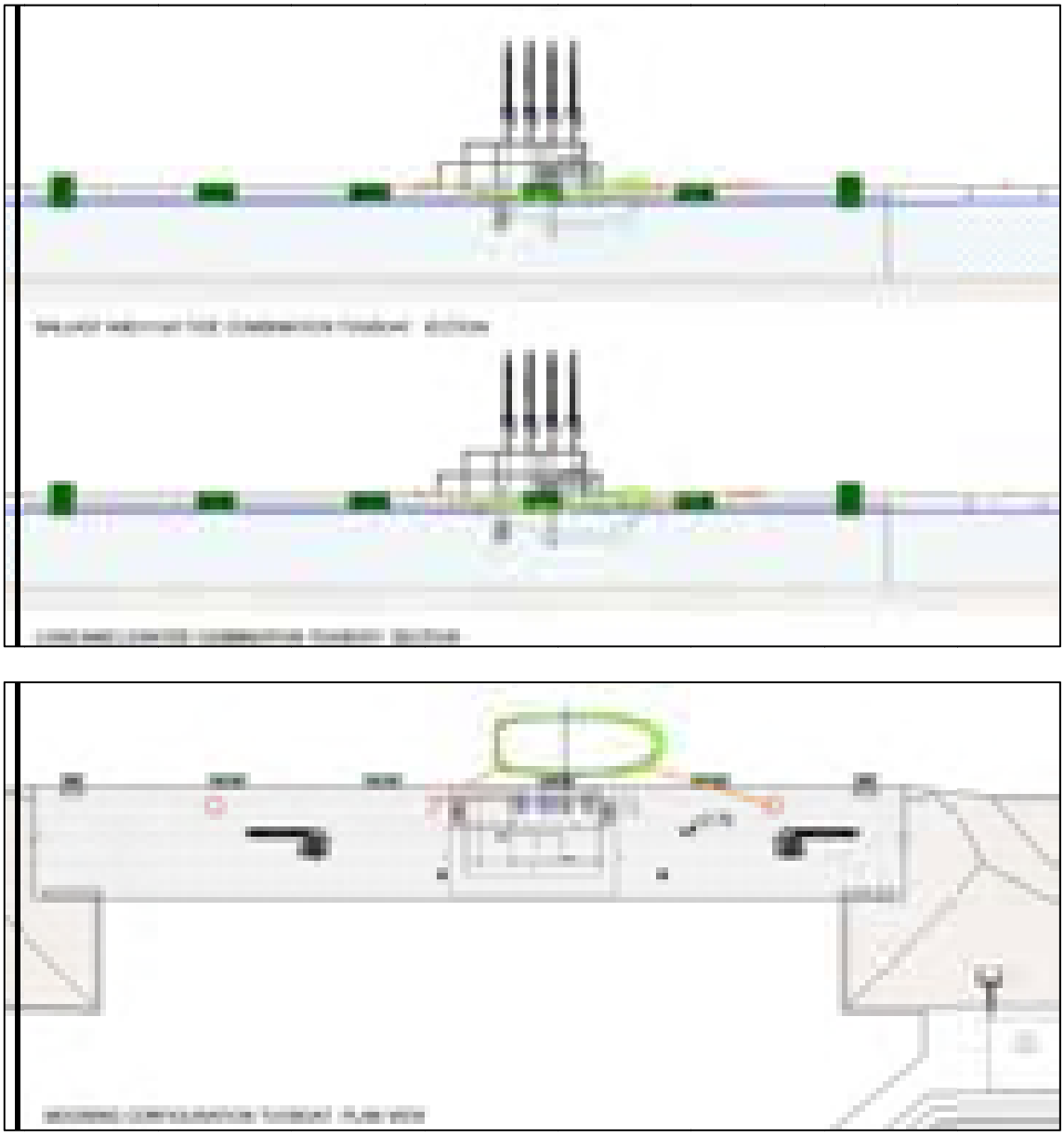


Figure 7. Tugboat. Mooring Arrangement.

The only possible mooring configuration for this vessel consists of a mooring typology based on 2 mooring lines: head and stern lines in order to be performed as symmetrical as possible. However it should be noted that head and stern lines are moored to a set of QRHs initially designed for spring lines, therefore the orientation of said units would not allow the proposed mooring arrangement without carrying out either a re-orientation of hooks or the installation of new mooring devices.

3.2.- RO PAX 01

3.2.1 *Geometrical Compatibility with Fenders*

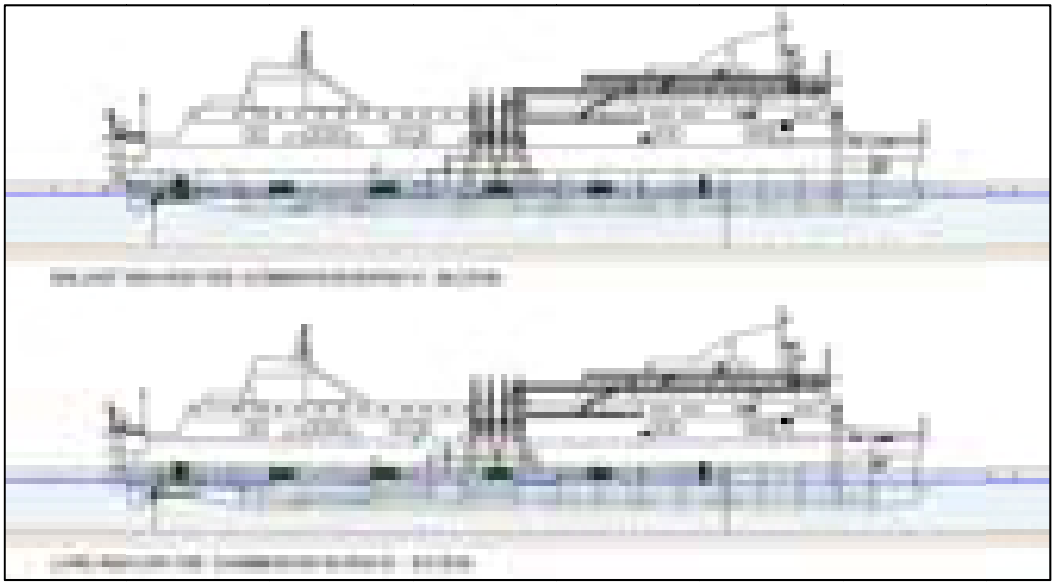


Figure 8. RO-PAX 01. Fenders location.

Available data on the Ro Pax 01 ship lack of information on the parallel body. Therefore, fender compatibility has been analyzed considering flat section of hull according to ship's cross section drawings. Result has been considered compatible in terms of contact between the parallel body and fenders in the existing terminal at Sagunto.

3.2.2 Geometrical Compatibility with Mooring System

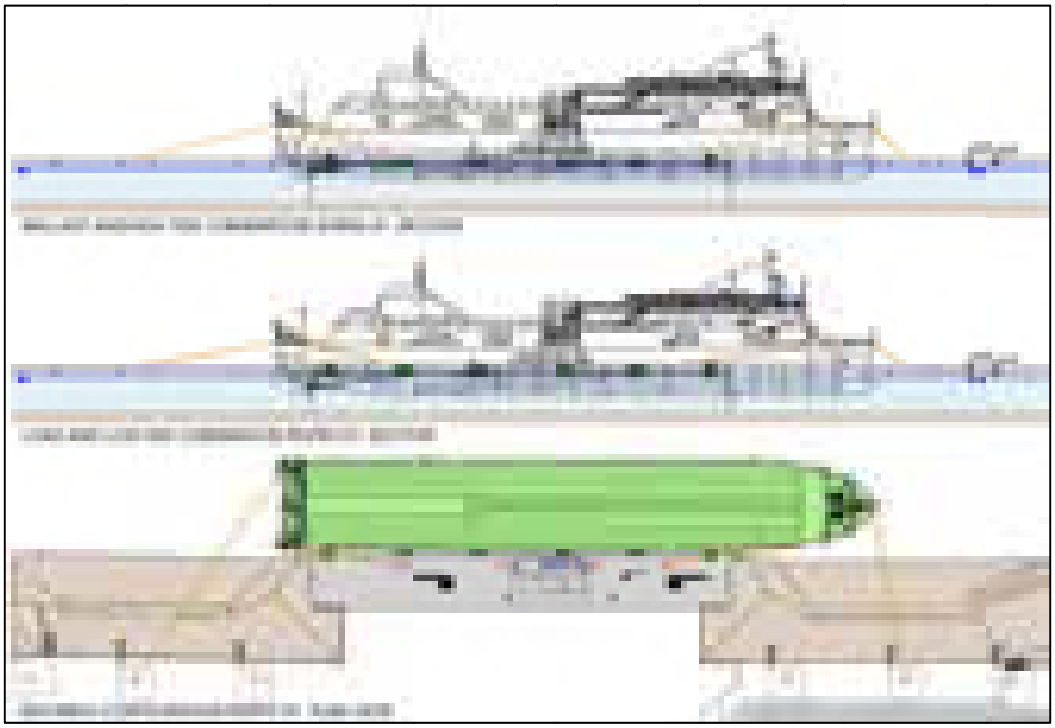


Figure 9. RO-PAX 01. Mooring Arrangement.

Mooring configuration has been arranged as symmetrical as possible with the available equipment. It consists of two pairs of springs, two head lines and two stern lines.

3.3.- ROPAX 02

3.3.1 *Geometrical Compatibility with Fenders*

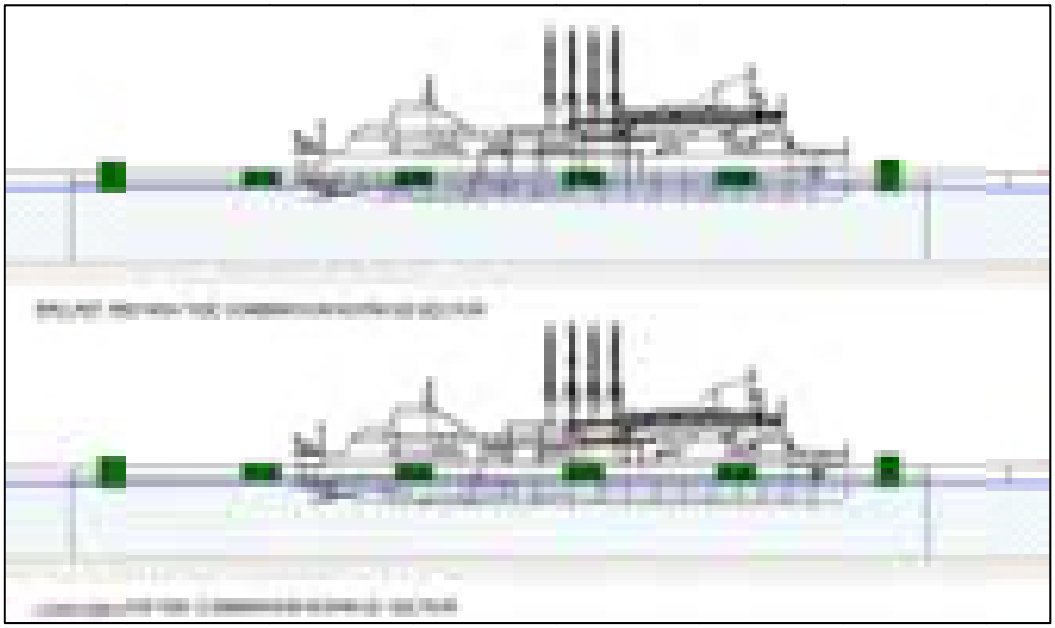


Figure 10. RO-PAX 02. Fenders location.

Ro pax 02 vessel is compatible in terms of contact between the fenders and parallel body with the existing terminal at Sagunto, achieving contact with three whole panels along the ship's length.

3.3.2 Geometrical Compatibility with Mooring System

Figure 11. RO-PAX02. Mooring Arrangement.

Mooring configuration has been arranged as symmetrical as possible with the available equipment. It consists of two pairs of springs, two head lines and two stern lines.

3.4.- RO-RO 01

3.4.1 *Geometrical Compatibility with Fenders*

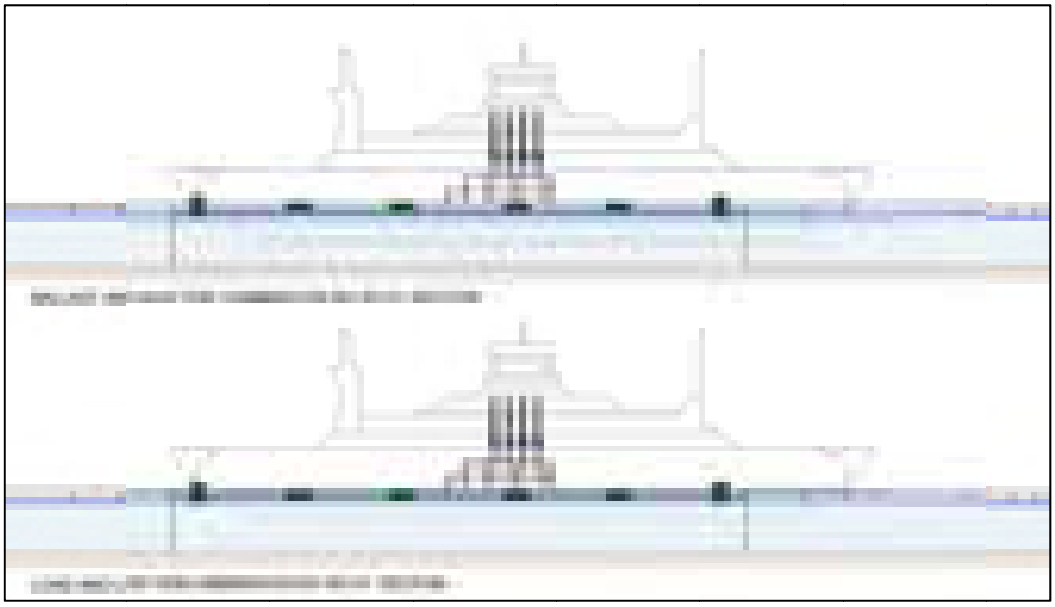


Figure 12. RO-RO 01. Fenders location.

Available data on the Ro-Ro 01 ship lack of information on the parallel body. Therefore, fender compatibility has been analyzed considering flat section of hull according to ship's cross section drawings. As a result it has been considered compatible in terms of contact between fenders and ship's hull.

3.4.2 Geometrical Compatibility with Mooring System

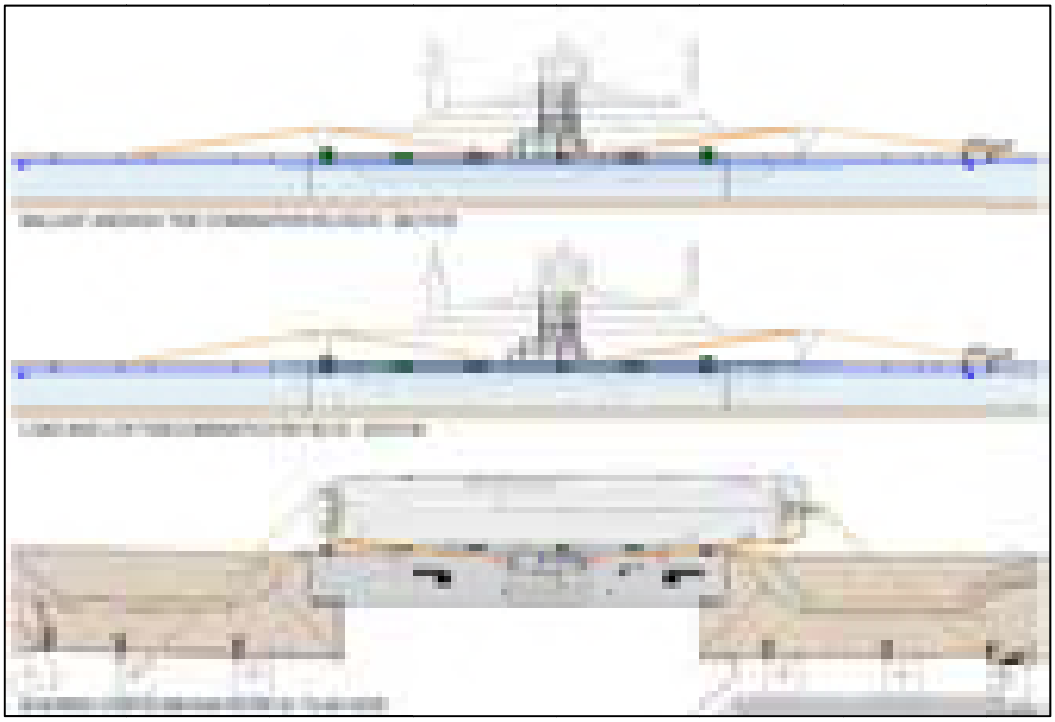


Figure 13. RO-RO 01. Mooring Arrangement.

Mooring configuration is symmetrical. It consists of two pairs of spring lines, and two head lines and two stern lines.

3.5.- RO-RO 02

3.5.1 Geometrical Compatibility with Fenders

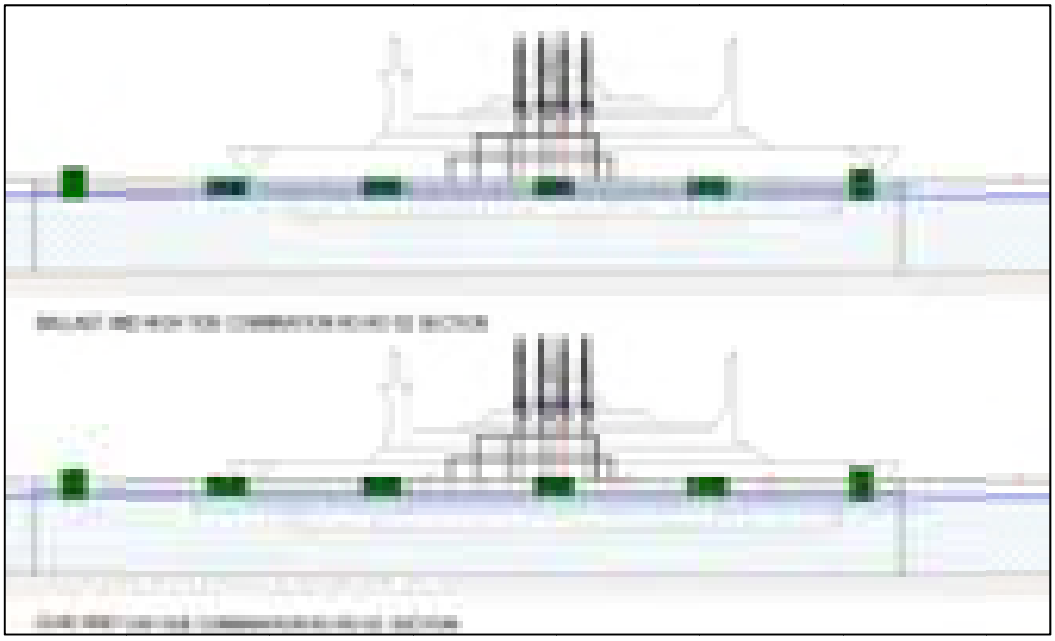


Figure 14. RO-RO 02. Fenders location.

Available data on the Ro-Ro 02 ship lack of information on the parallel body, however, considering that, at least, three whole panels are contacting ship's hull along its length it is considered to be compatible with existing fender system.

3.5.2 Geometrical Compatibility with Mooring System

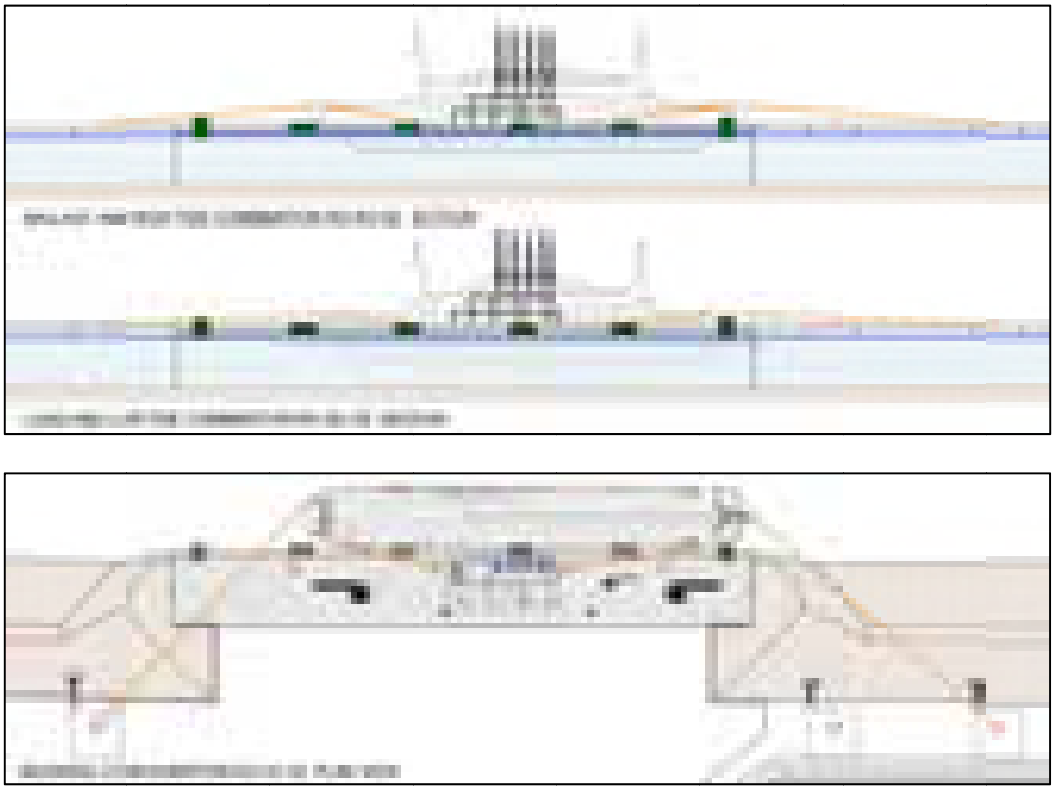


Figure 15. RO-RO 02. Mooring Arrangement.

The mooring configuration is as symmetrical as possible. It consists of **t**wo pairs of springs, two head lines and two stern lines.

3.6.- CAR CARRIER 01

3.6.1 *Geometrical Compatibility with Fenders*

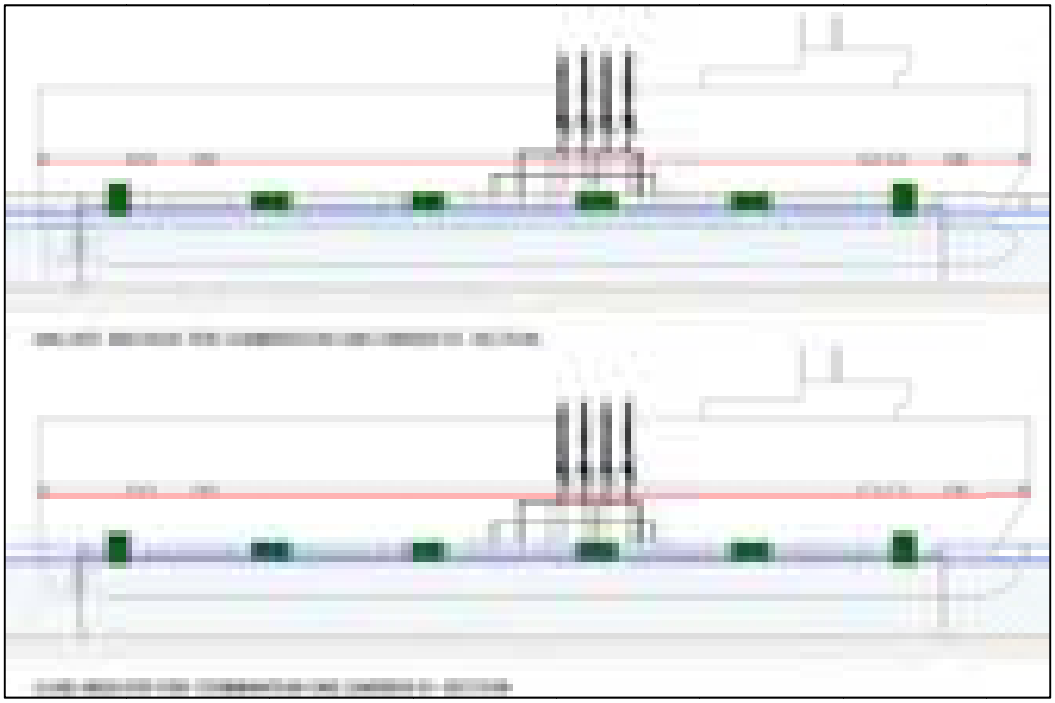


Figure 16. CAR CARRIER 01. Fenders location.

Available data on the Car Carrier 01 ship lack of information on the parallel body. However, by analyzing the general shape of the hulls of these type of carriers, it has been observed that their hull show a homogenous morphology with very straight lines and very high flat surfaces. Hence this type of ships areas expected to be compatible with the existing facility in terms of fender performance.

3.6.2 Geometrical Compatibility with Mooring System

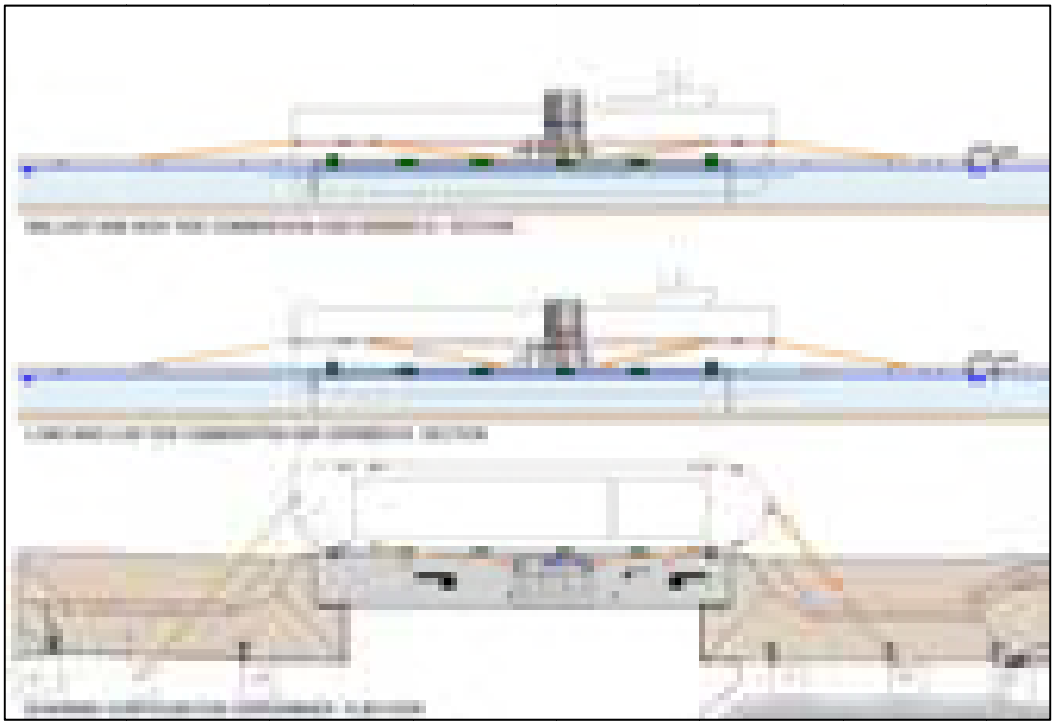


Figure 17. CAR CARRIER 01. Mooring Arrangement.

Mooring configuration is symmetric. It composed with two pairs of springs and a head line and a stern line.

3.7.- CAR CARRIER 02

3.7.1 *Geometrical Compatibility with Fenders*

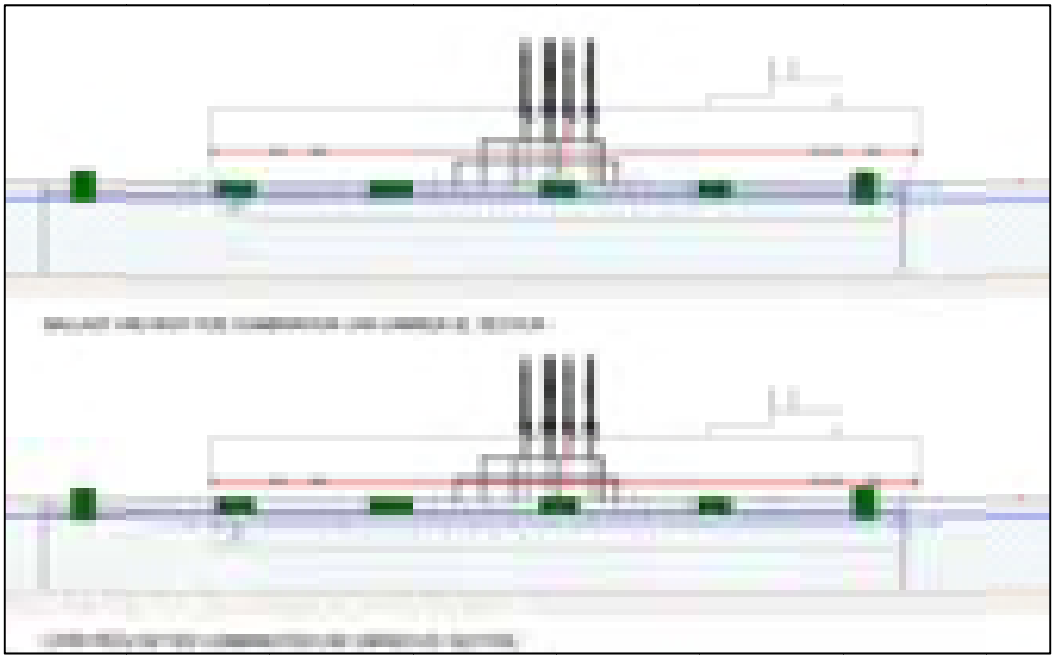


Figure 18. CAR CARRIER 02. Fenders location.

As in previous analysis, the smallest car carrier is assumed to be compatible with the existing fender system at Saggas facility as per its general morphology.

3.7.2 Geometrical Compatibility with Mooring System

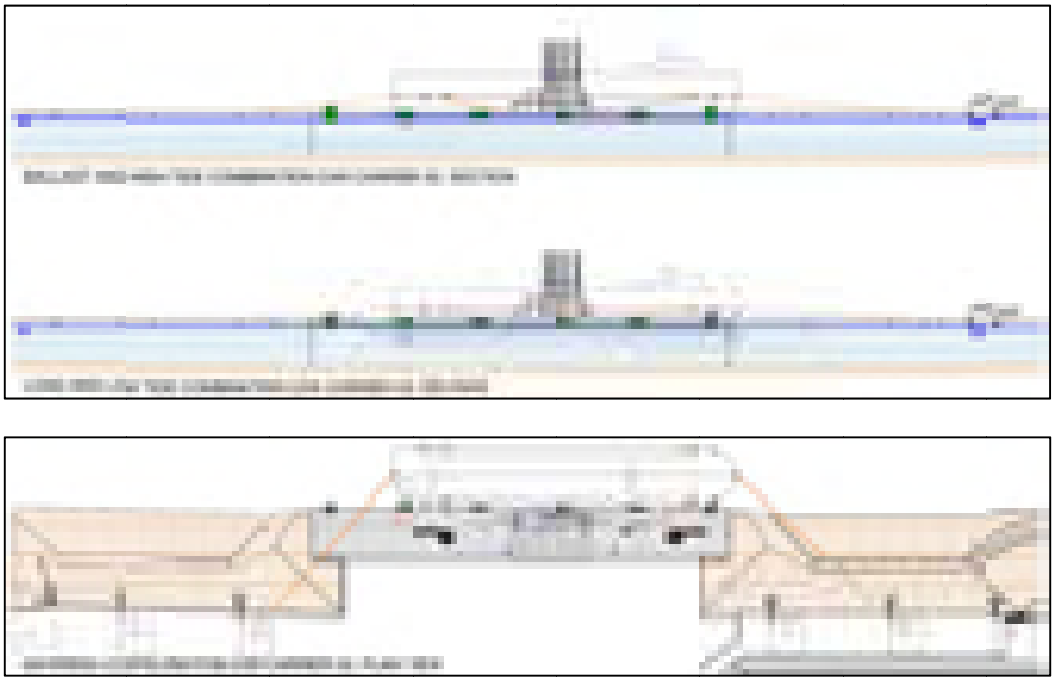


Figure 19. CAR CARRIER 02. Mooring Arrangement.

Mooring configuration is symmetric. It composed with two pairs of springs and a head line and a stern line.

3.8.- CONTAINER SHIP 01

3.8.1 *Geometrical Compatibility with Fenders*

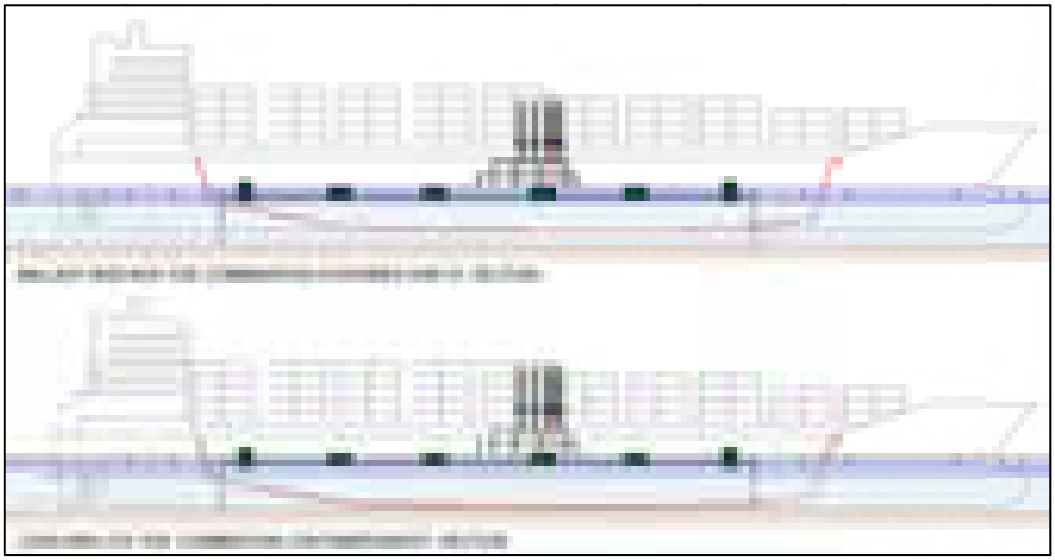


Figure 20. CONTAINER SHIP 01. Fenders location.

The parallel body of the vessel has contact with the sufficient number of fenders in both load and ballast conditions along the whole tidal range, so it can be considered to be compatible.

3.8.2 Geometrical Compatibility with Mooring System

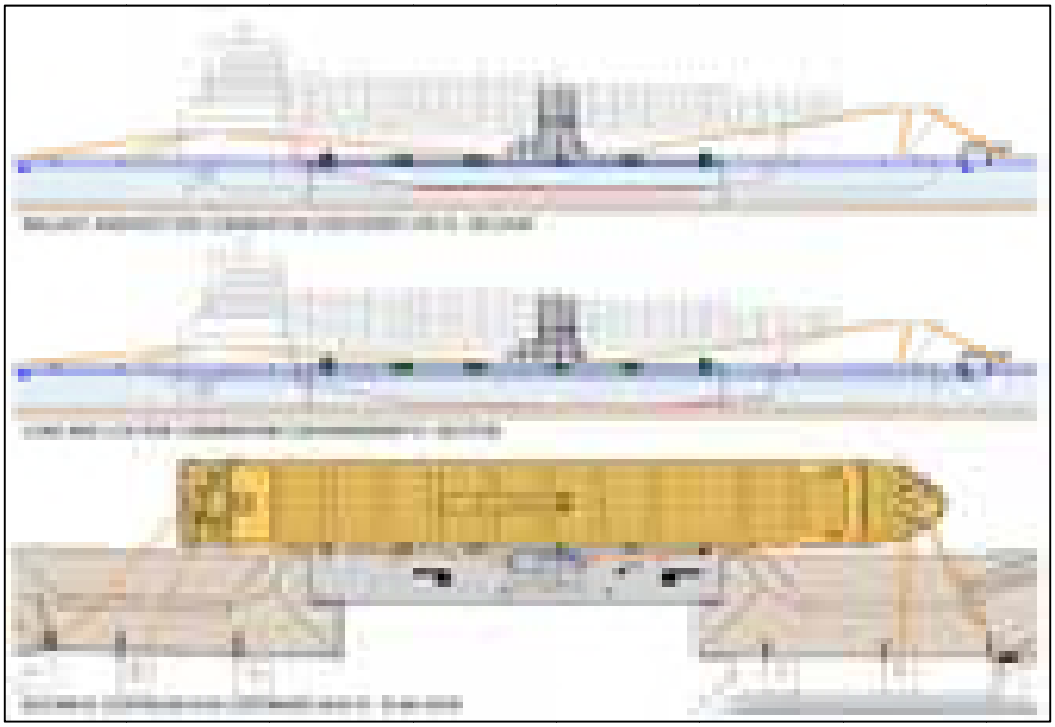


Figure 21. CONTAINER SHIP 01. Mooring Arrangement.

Mooring configuration has been arranged as symmetrical as possible with the available equipment. It consists of two pairs of springs, two breasts, two head lines and two stern lines.

3.9.- CONTAINER SHIP 02

3.9.1 Geometrical Compatibility with Fenders

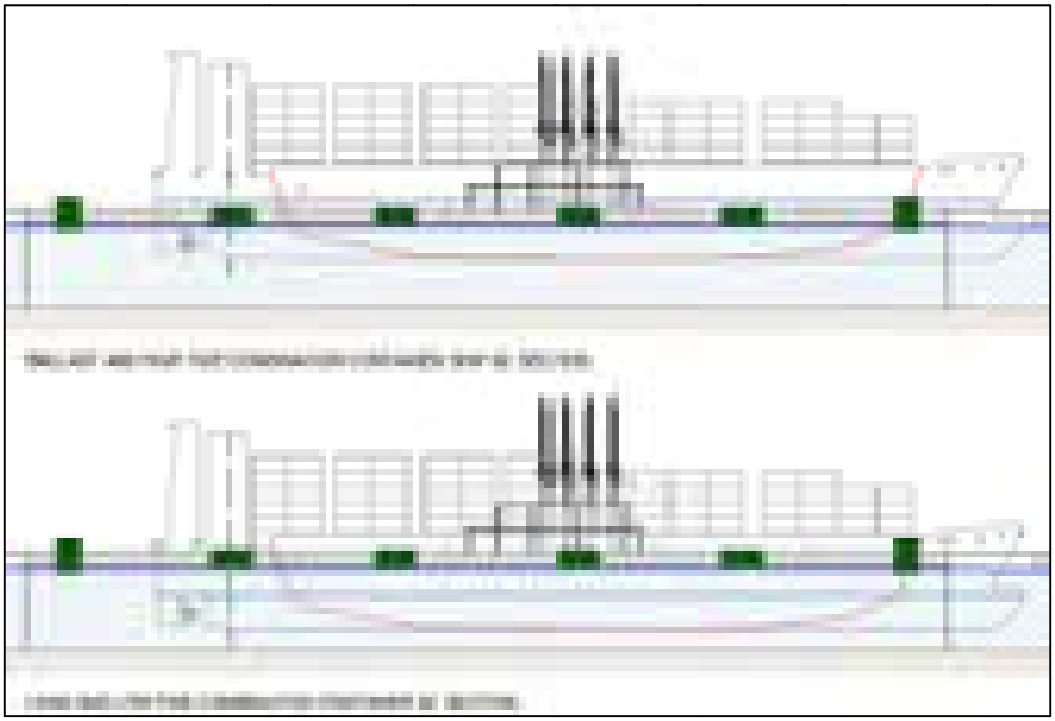


Figure 22. CONTAINER SHIP 02. Fenders location.

The parallel body of the vessel contacts a sufficient number of fenders, so it is considered compatible.

3.9.2 Geometrical Compatibility with Mooring System

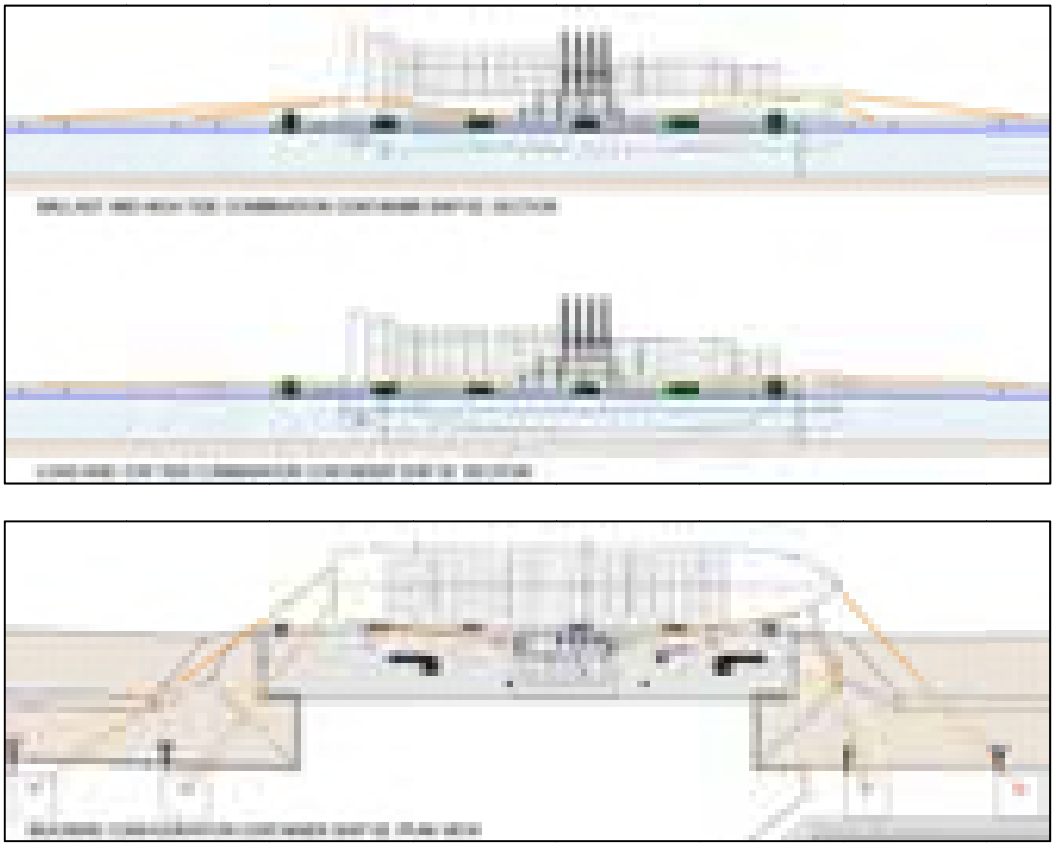


Figure 23. CONTAINER SHIP 02. Mooring Configuration.

Mooring configuration has been arranged as symmetrical as possible with the available equipment. It consists of two pairs of springs, two breasts, two head lines and two stern lines.

4.- CONCLUSIONS

This bunkering compatibility study has been developed in order to assess the feasibility of a new potential LNG bunkering receiver fleet to be supplied in the existing LNG marine terminal of Saggas.

Results obtained from the analysis have shown that considering a berthing location of the ships centered in the existing berthing face, all mooring and berthing arrangements are acceptable in terms of geometrical compatibility and, accordingly, good mooring response is expected.

VESSELS	FENDERS SYSTEM	MOORING SYSTEM
Tugboat	√	√
Ropax 01	√	√
Ropax 02	√	√
Ro-Ro 01	√	√
Ro-Ro 02	√	√
Car Carrier 01	√	√
Car Carrier 01	√	√
Containership 01	√	√
Containership 02	√	√

Table 2. Summary table. Saggas terminal –LNG bunkering fleet Geometrical compatibility results.

However, it is to be noticed that most probably, LNG bunkering intake flange will be in some point along the aft part of the vessels. Hence it is expected that the LNG loading point would be located somewhere at the south extreme of the working platform. This would cause that, on the one hand, vessels face an asymmetry on their mooring equipment with respect to the mooring points at berth and, on the other hand, those vessels longer than 160 m LOA will be asymmetrically berthed leaving a relevant area of their fore part not supported by the berthing equipment.

As a general conclusion, it could be stated that, in principle, the existing marine terminal of Saggas regasification plant is not the recommended berthing facility for the supply of a potential LNG bunkering service, especially considering the number of remaining uncertainties about the receiving fleet and its characteristics. A multipurpose design pier would be more appropriate in order to achieve a higher level of flexibility on the type and size of the ships to be held.

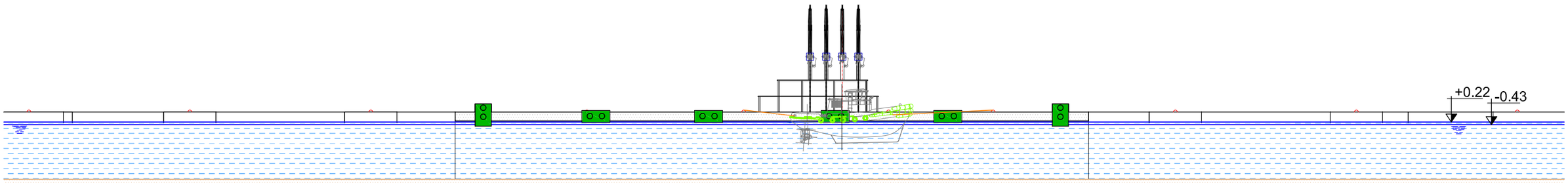
COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

ANNEX I

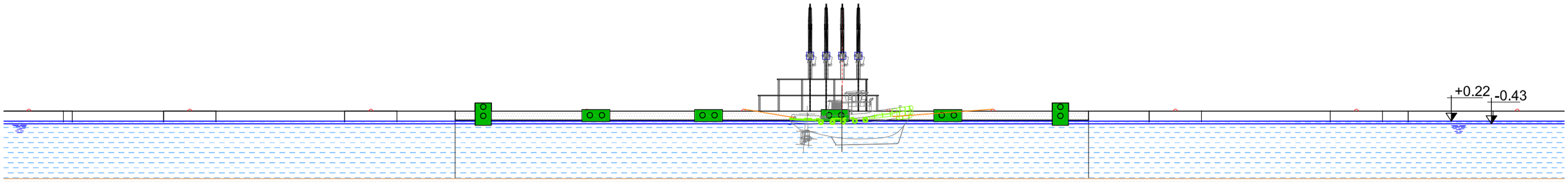
DRAWINGS

COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

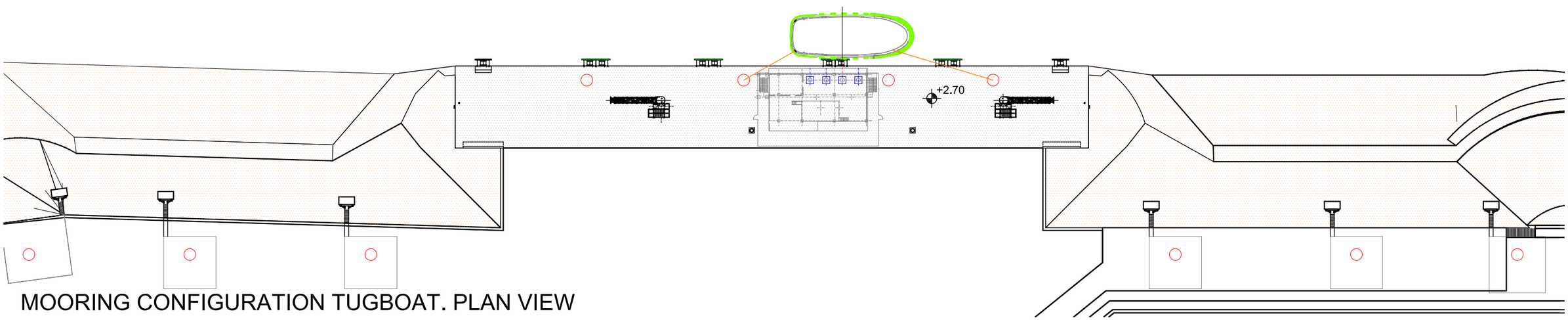
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH MOORING SYSTEM



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION TUGBOAT. SECTION

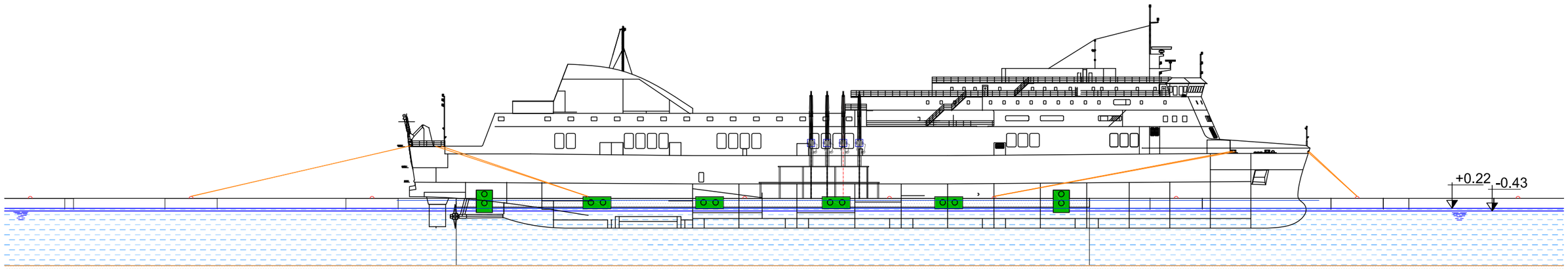


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION TUGBOAT. SECTION

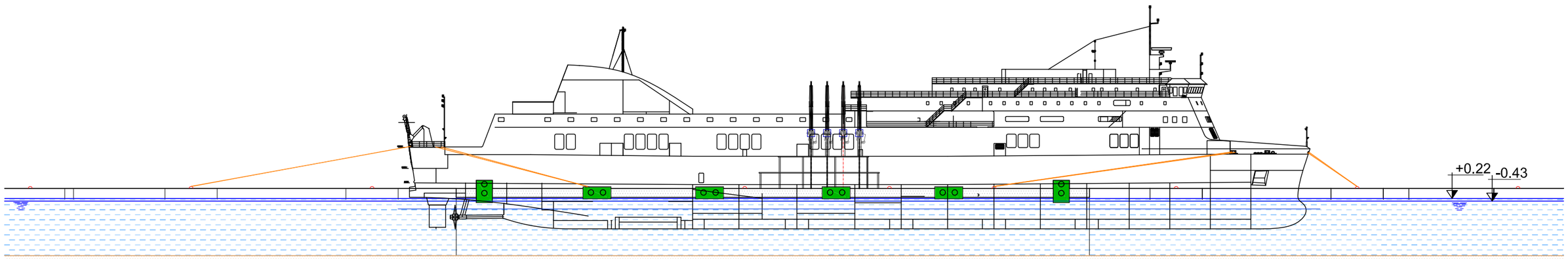


MOORING CONFIGURATION TUGBOAT. PLAN VIEW

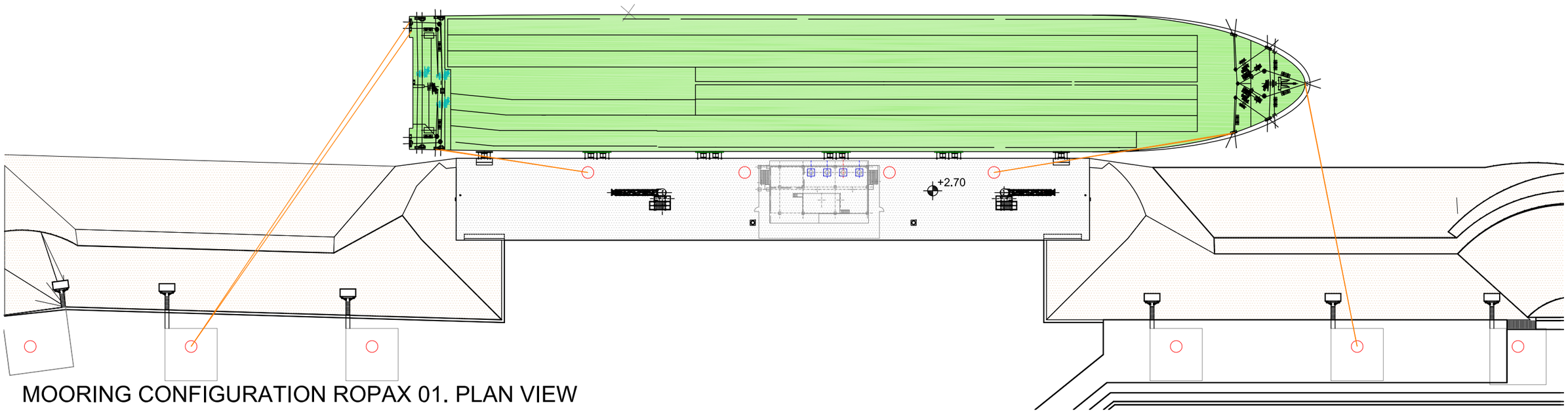
COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1:1000	DATE DECEMBER 2015	MOORING CONFIGURATION TUGBOAT	DRAWING 01.01
				SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION ROPAX 01. SECTION



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION ROPAX 01. SECTION



MOORING CONFIGURATION ROPAX 01. PLAN VIEW

COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

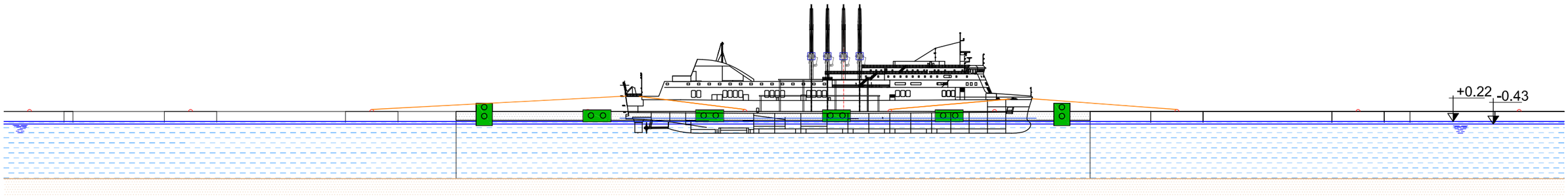
SCALE 1:1000

DATE DECEMBER 2015

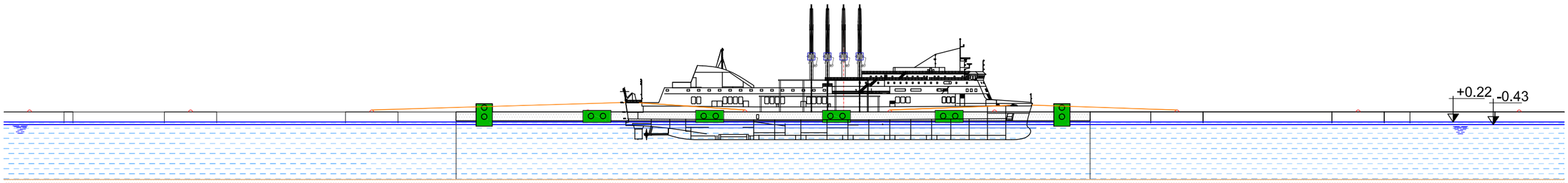
MOORING CONFIGURATION
ROPAX 01

DRAWING 01.01

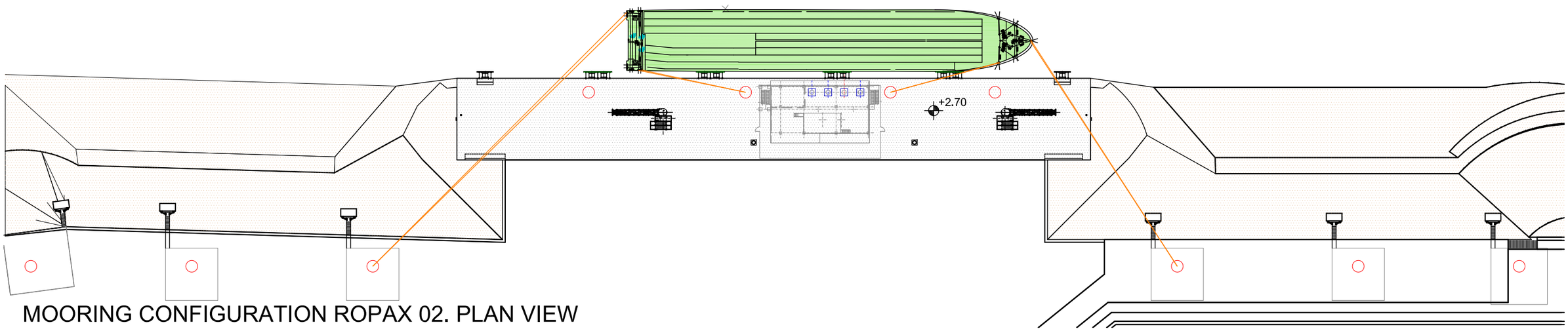
SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION ROPAX 02. SECTION

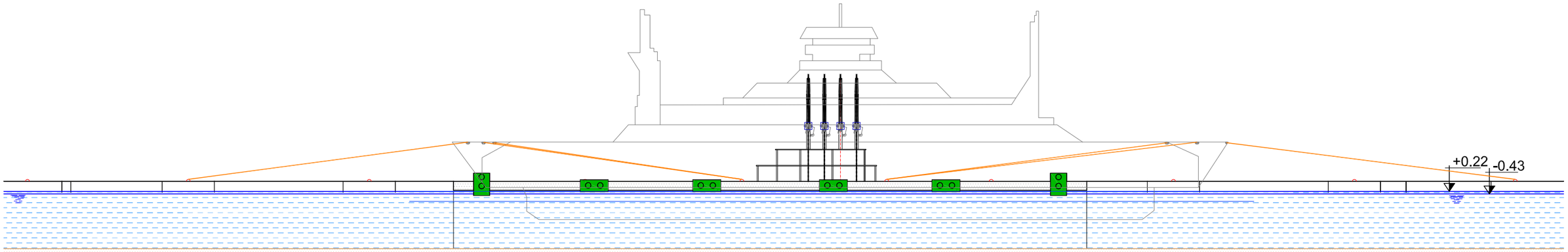


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION ROPAX 02. SECTION

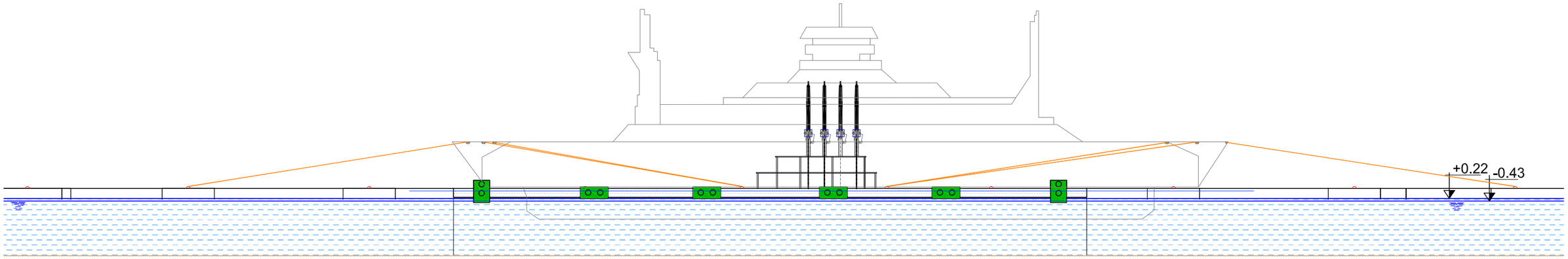


MOORING CONFIGURATION ROPAX 02. PLAN VIEW

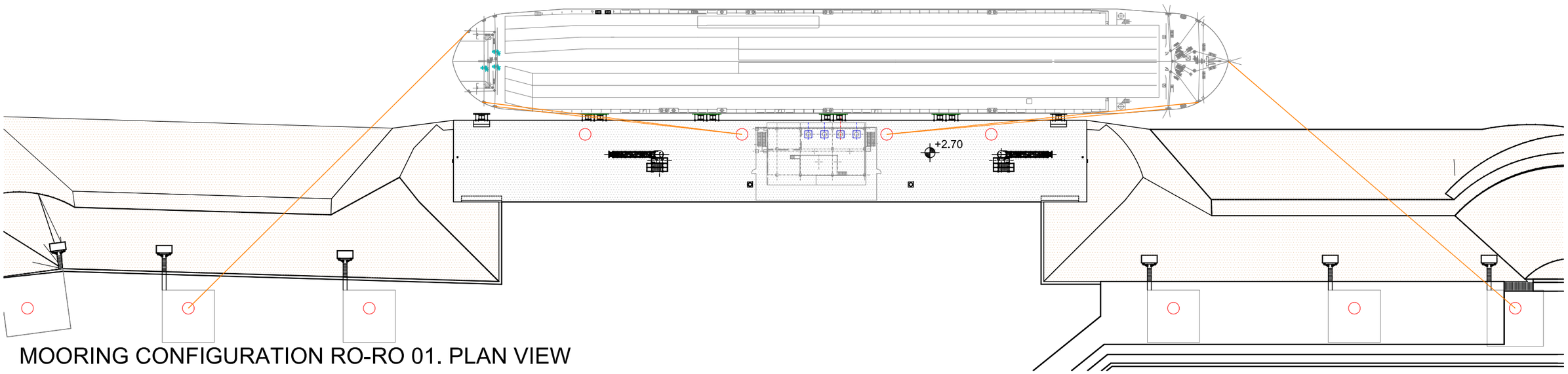
	COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1:1000	DATE DECEMBER 2015	MOORING CONFIGURATION ROPAX 02	DRAWING 01.01 SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION RO-RO 01. SECTION



LOADED AND LOW TIDECOMBINATION RO-RO 01. SECTION



MOORING CONFIGURATION RO-RO 01. PLAN VIEW

COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

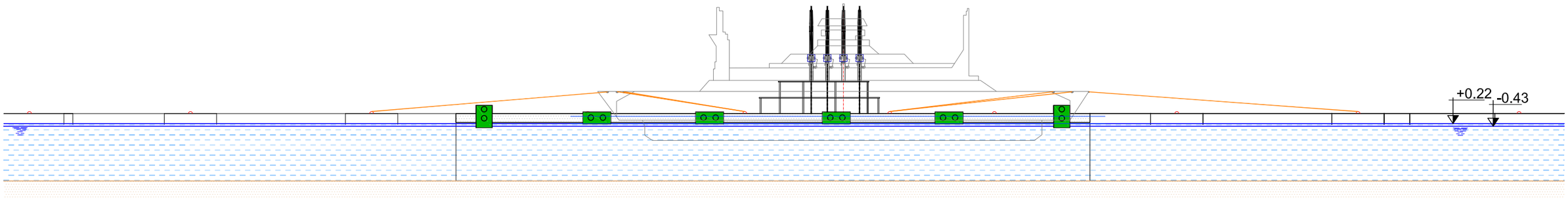
SCALE 1:1000

DATE DECEMBER 2015

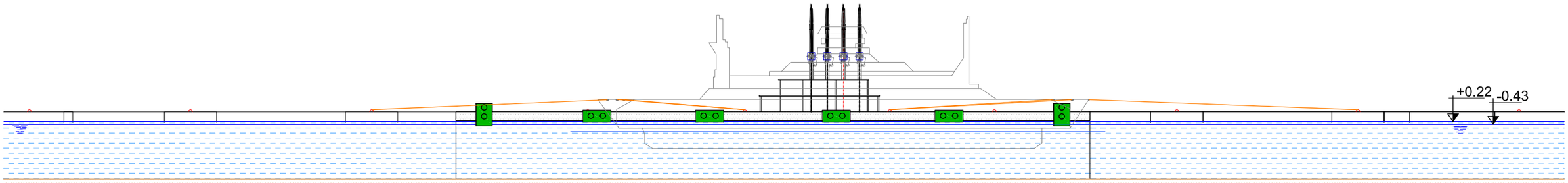
MOORING CONFIGURATION
RO-RO 01

DRAWING 01.01

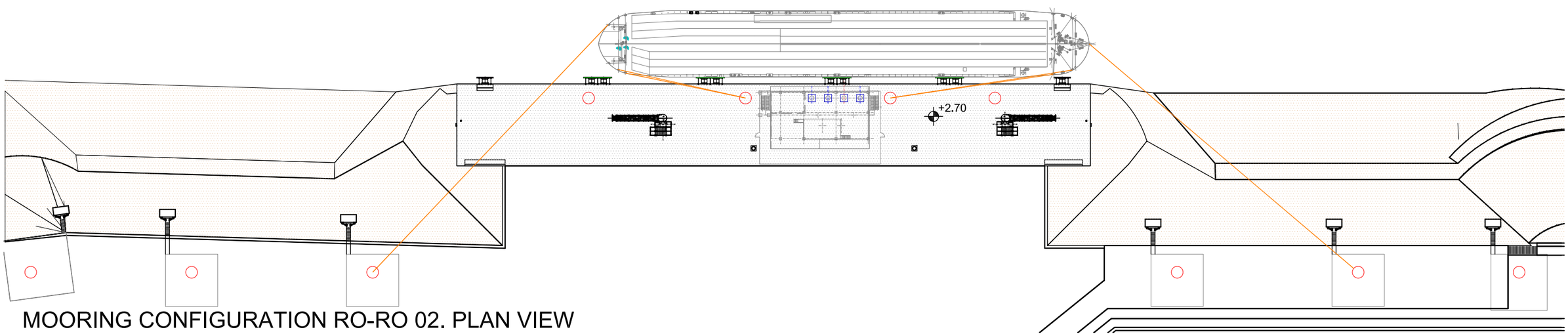
SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION RO-RO 02. SECTION

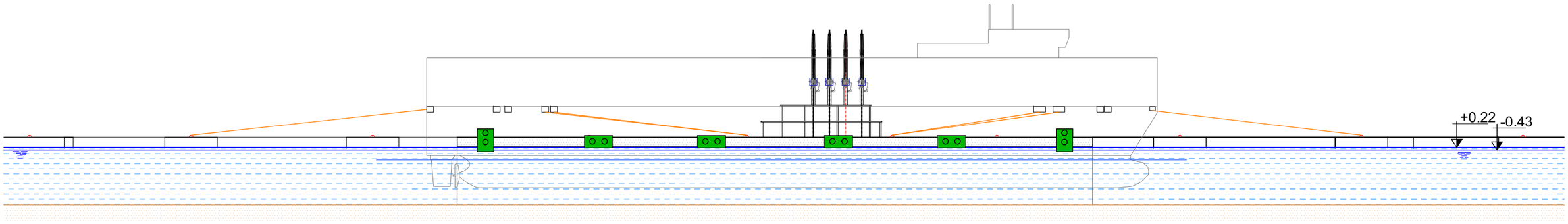


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION RO-RO 02. SECTION

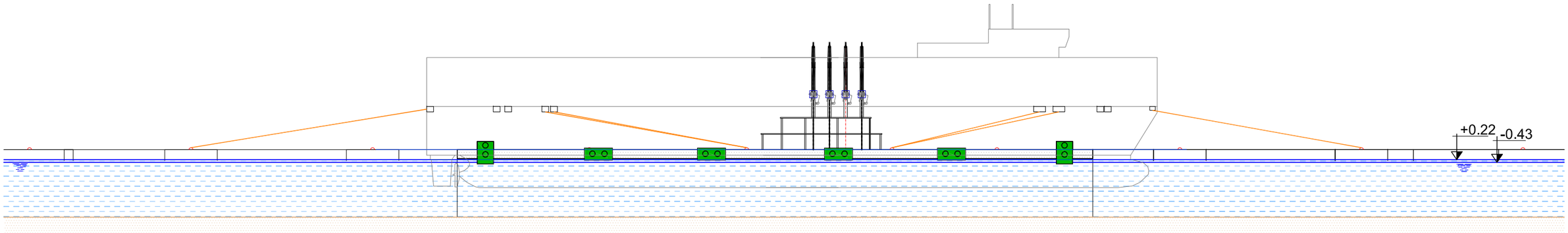


MOORING CONFIGURATION RO-RO 02. PLAN VIEW

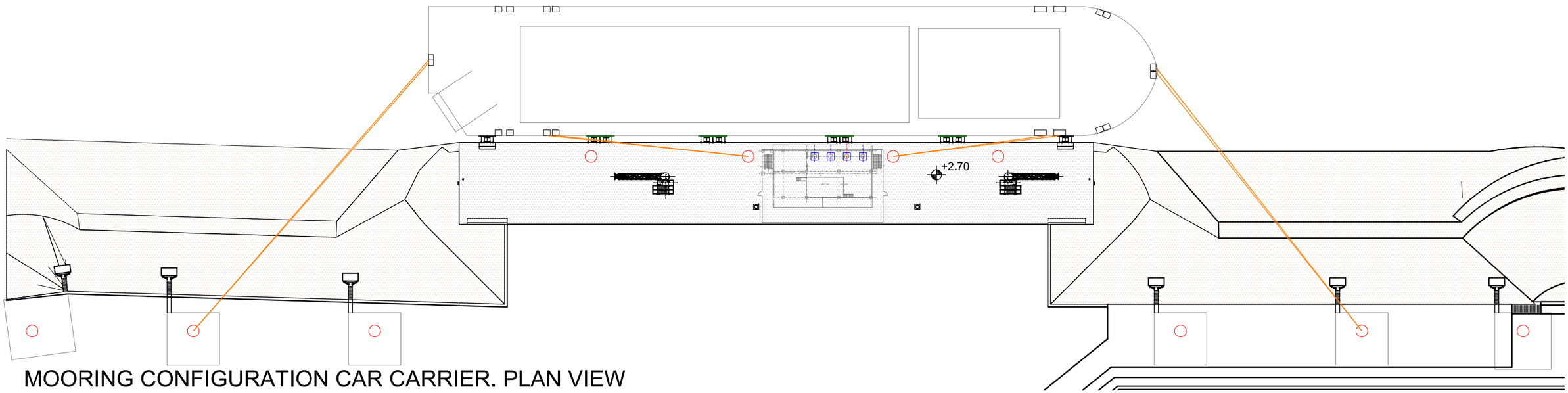
COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1:1000	DATE DECEMBER 2015	MOORING CONFIGURATION RO-RO 02	DRAWING 01.01
				SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION CAR CARRIER 01. SECTION

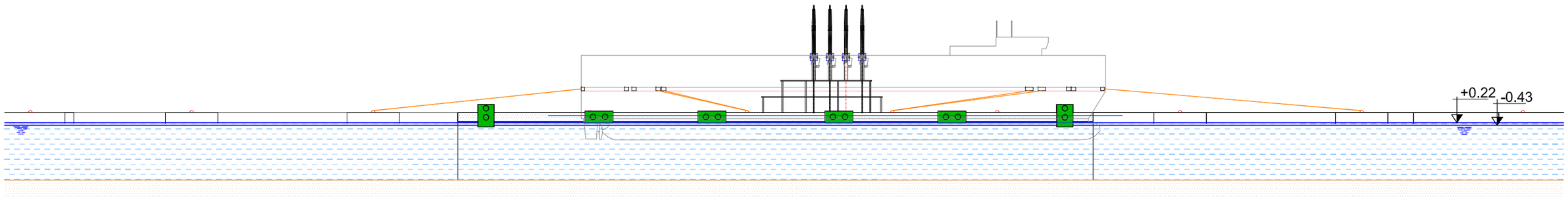


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION CAR CARRIER 01. SECTION

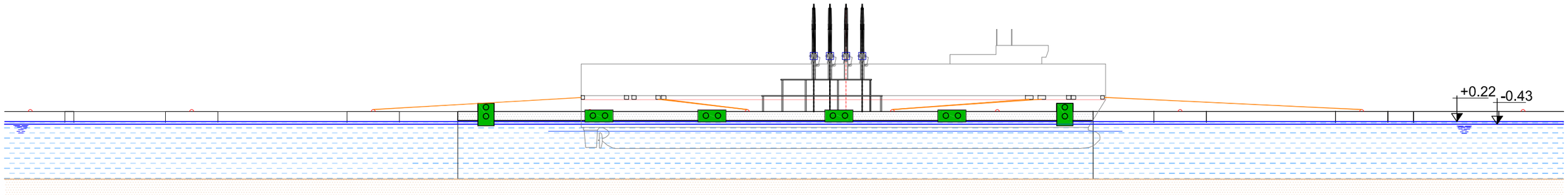


MOORING CONFIGURATION CAR CARRIER. PLAN VIEW

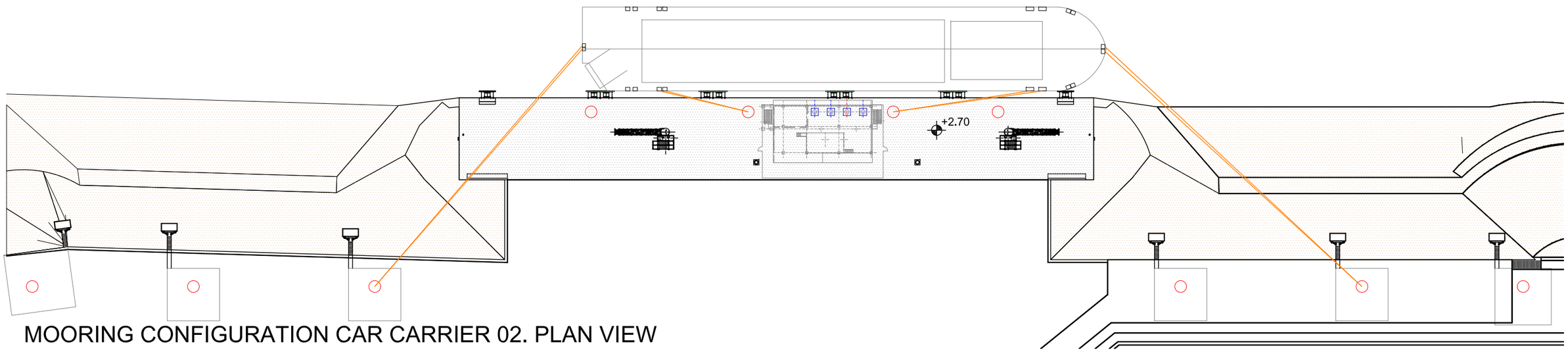
COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1:1000	DATE DECEMBER 2015	MOORING CONFIGURATION CAR CARRIER 01	DRAWING 01.01 SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION CAR CARRIER 02. SECTION

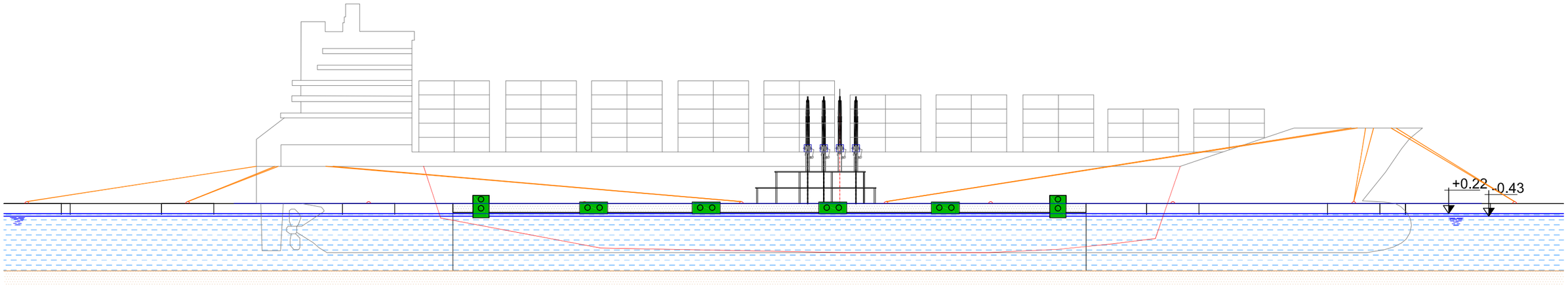


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION CAR CARRIER 02. SECTION

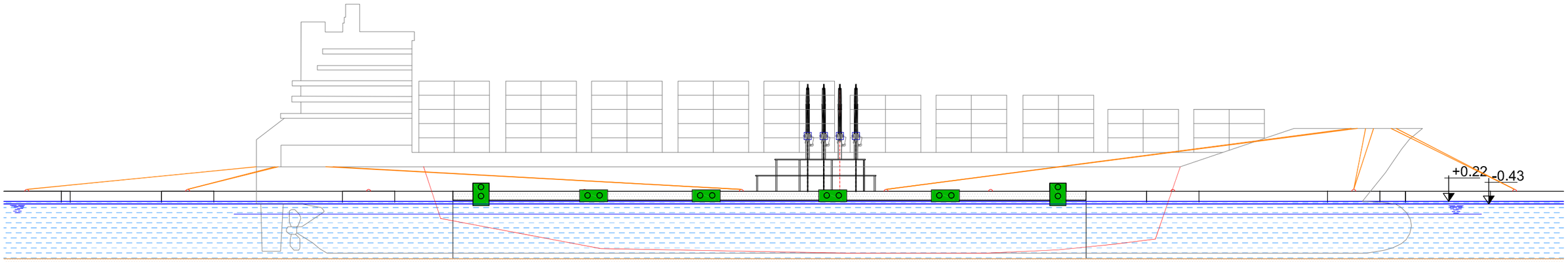


MOORING CONFIGURATION CAR CARRIER 02. PLAN VIEW

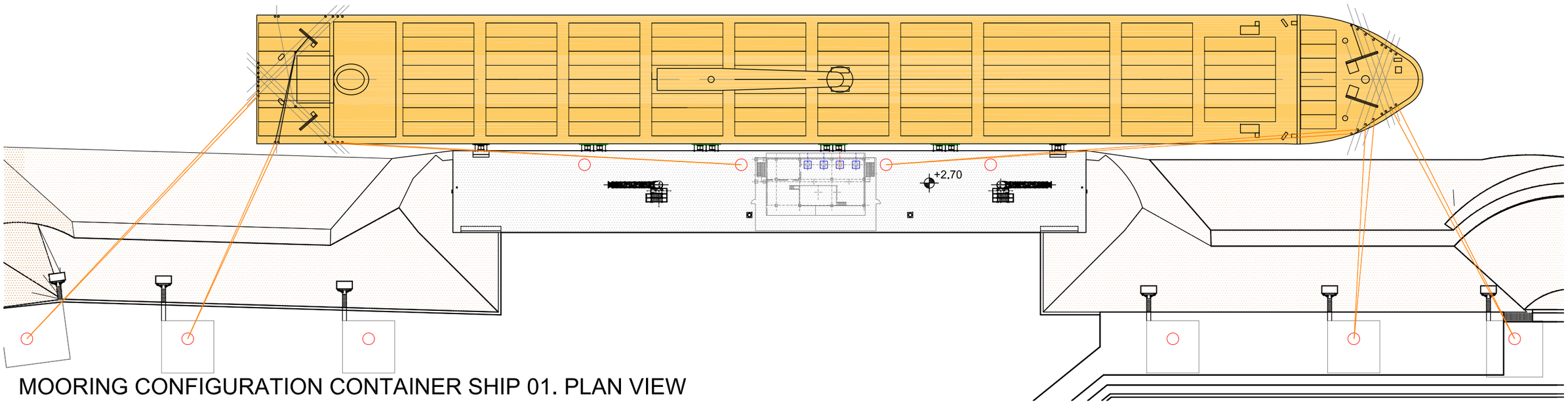
COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1:1000	DATE DECEMBER 2015	MOORING CONFIGURATION CAR CARRIER 02	DRAWING 01.01 SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION CONTAINER SHIP 01. SECTION

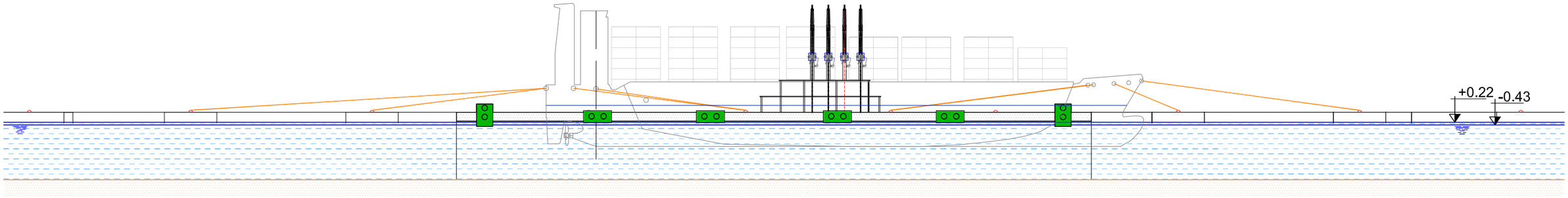


LOADED AND LOW TIDE COMBINATION CONTAINERSHIP 01. SECTION

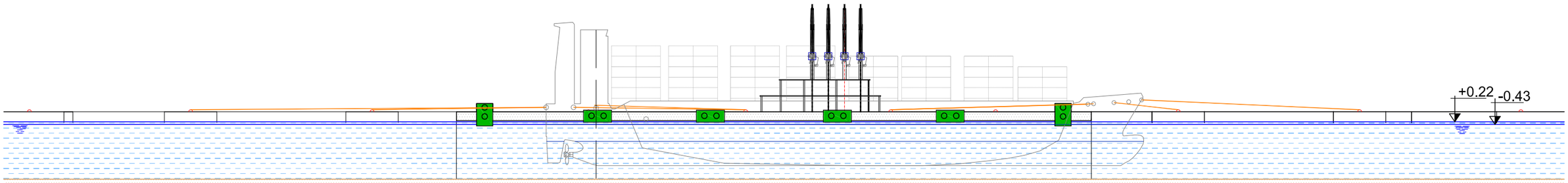


MOORING CONFIGURATION CONTAINER SHIP 01. PLAN VIEW

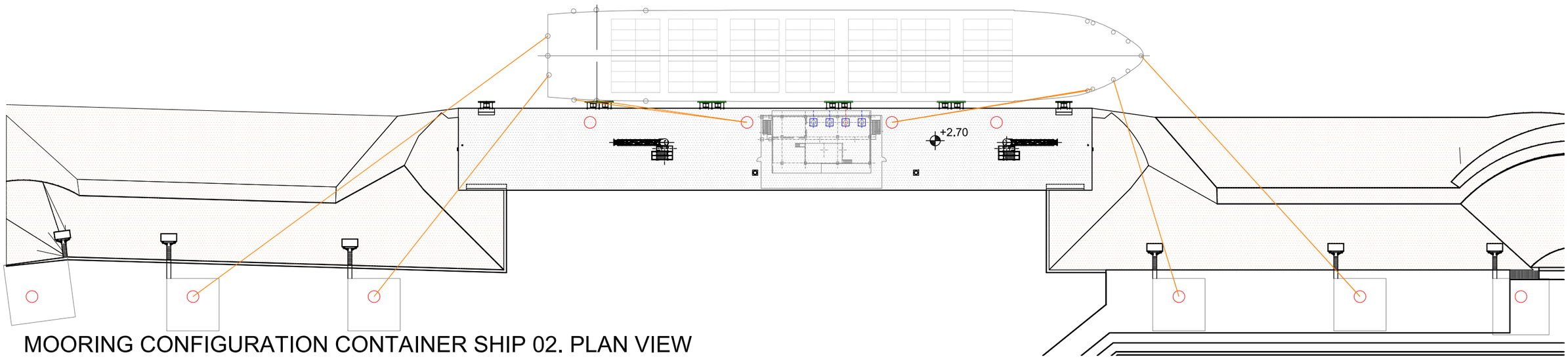
COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1:1000	DATE DECEMBER 2015	MOORING CONFIGURATION CONTAINER SHIP 01	DRAWING 01.01 SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION CONTAINER SHIP 02. SECTION



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION CONTAINER SHIP 02. SECTION

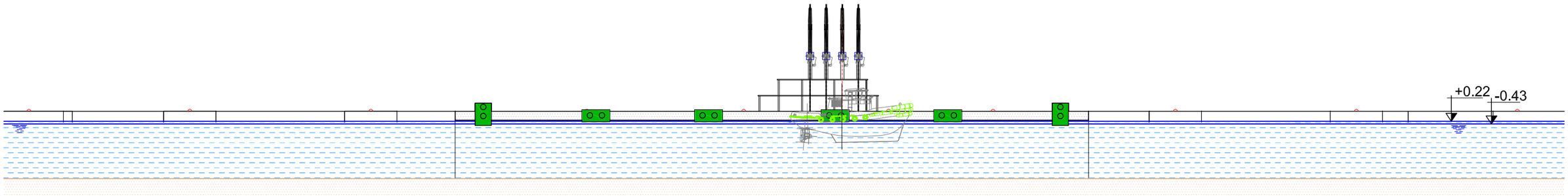


MOORING CONFIGURATION CONTAINER SHIP 02. PLAN VIEW

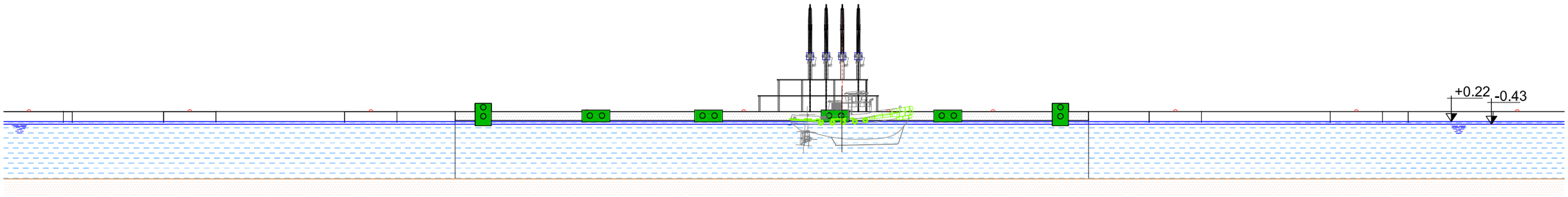
	COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS	SCALE 1/1000	DATE DECEMBER 2015	MOORING CONFIGURATION CONTAINER SHIP 02	DRAWING 01.01 SHEET 1 OF 1

COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

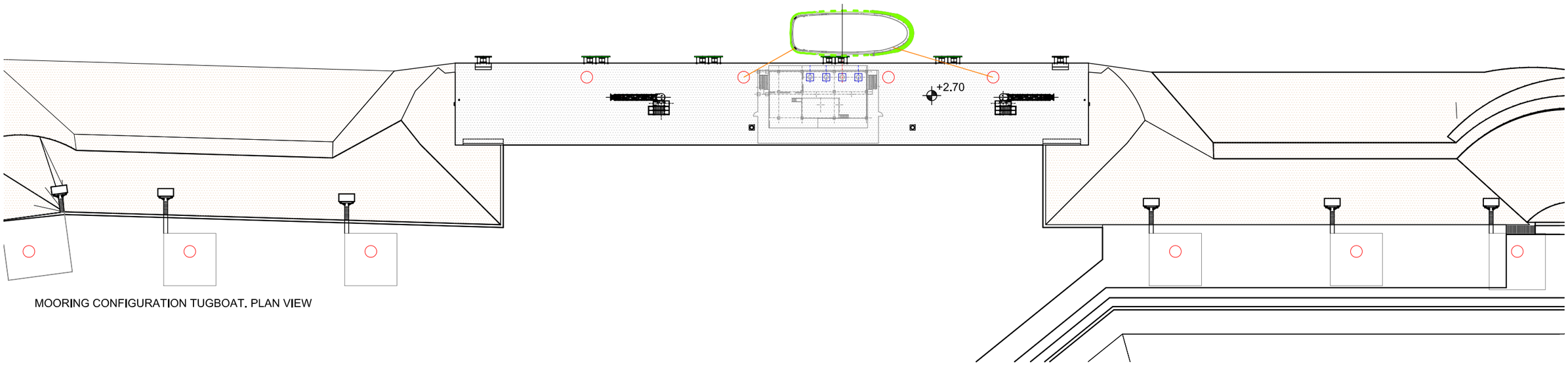
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION TUGBOAT. SECTION



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION TUGBOAT. SECTION



MOORING CONFIGURATION TUGBOAT. PLAN VIEW

COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

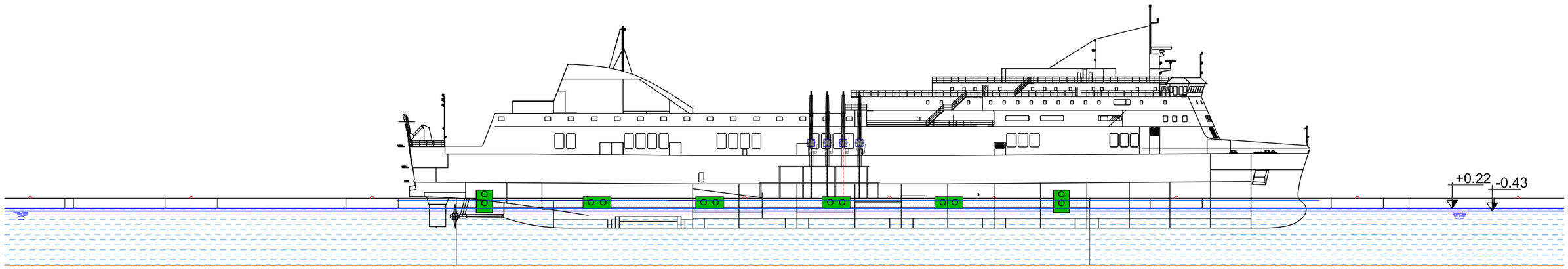
SCALE 1:1000

DATE DECEMBER 2015

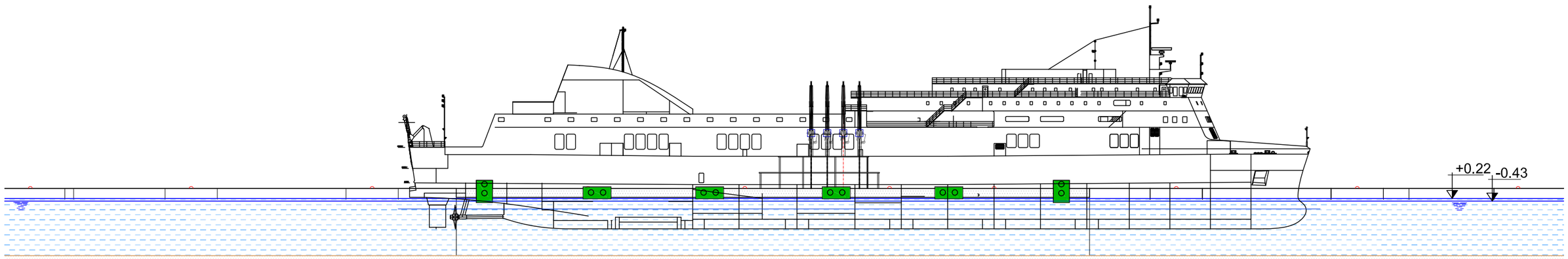
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS
TUGBOAT

DRAWING 01.01

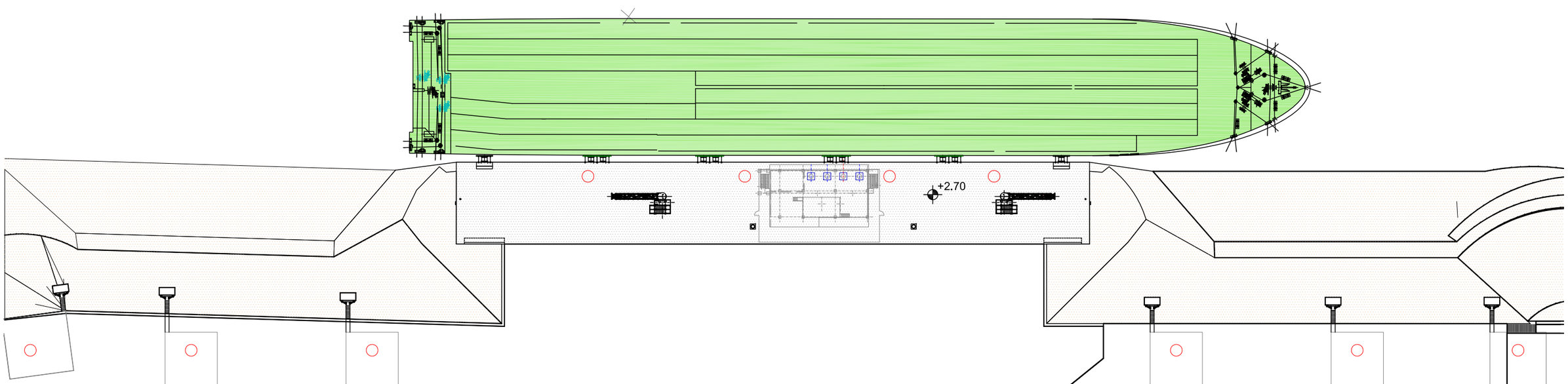
SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION ROPAX 01. SECTION



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION ROPAX 01. SECTION



MOORING CONFIGURATION ROPAX 01. PLAN VIEW

COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

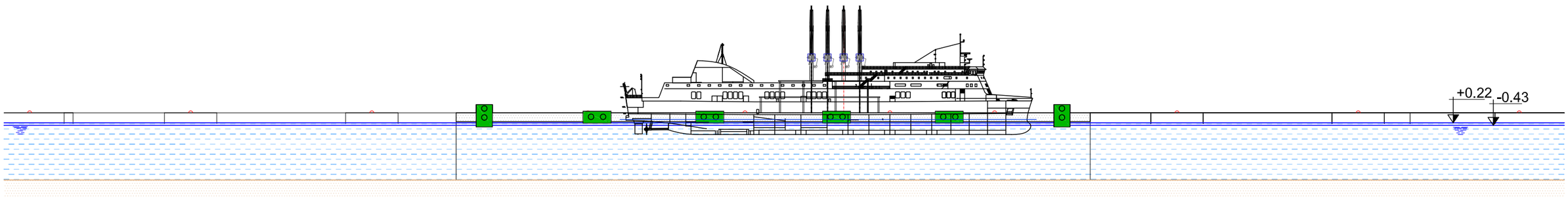
SCALE 1:1000

DATE DECEMBER 2015

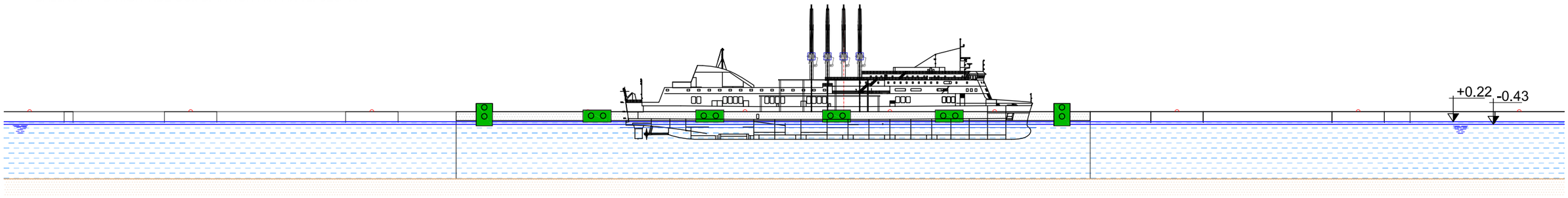
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS
ROPAX 01

DRAWING 01.01

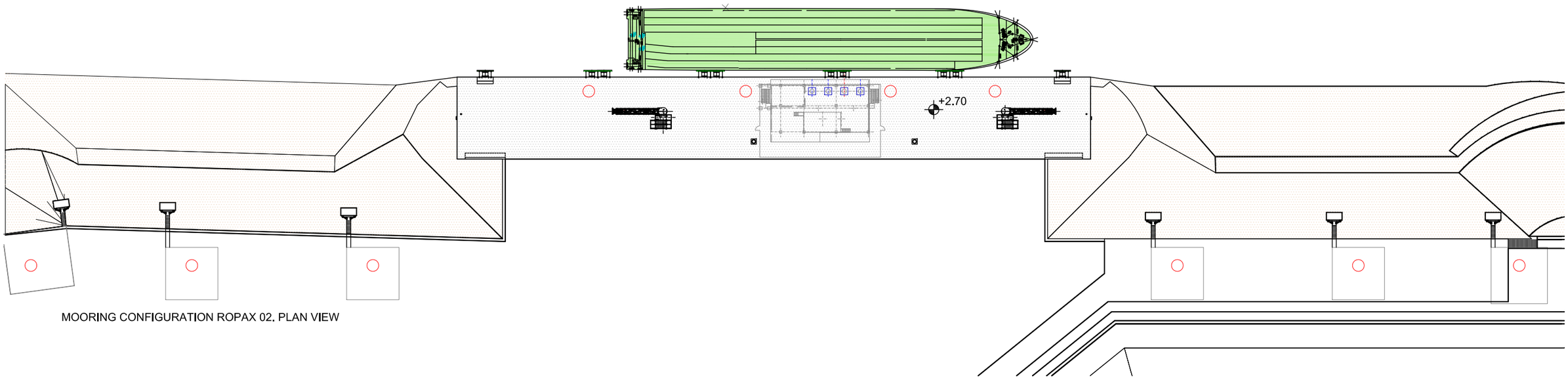
SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION ROPAX 02. SECTION



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION ROPAX 02. SECTION



MOORING CONFIGURATION ROPAX 02. PLAN VIEW

COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

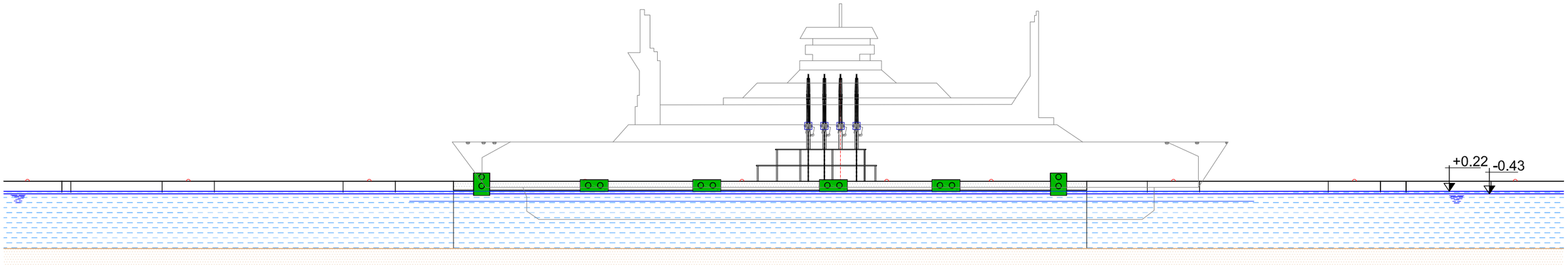
SCALE 1:1000

DATE DECEMBER 2015

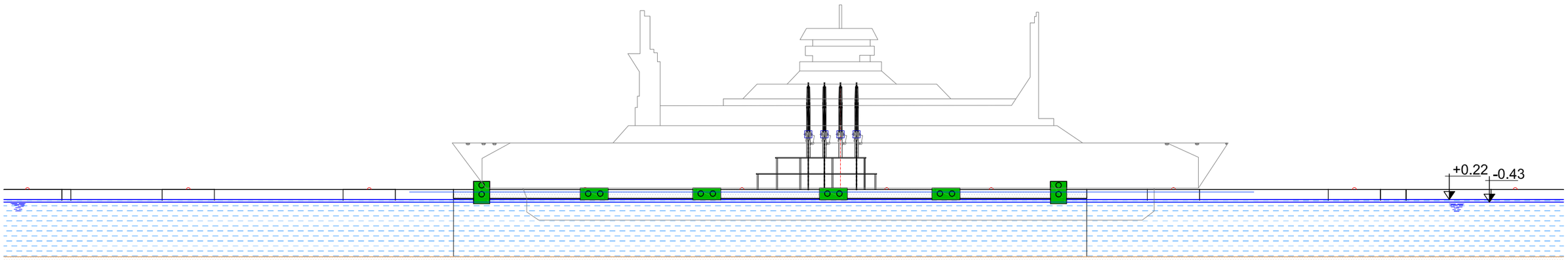
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS
ROPAX 02

DRAWING 01.01

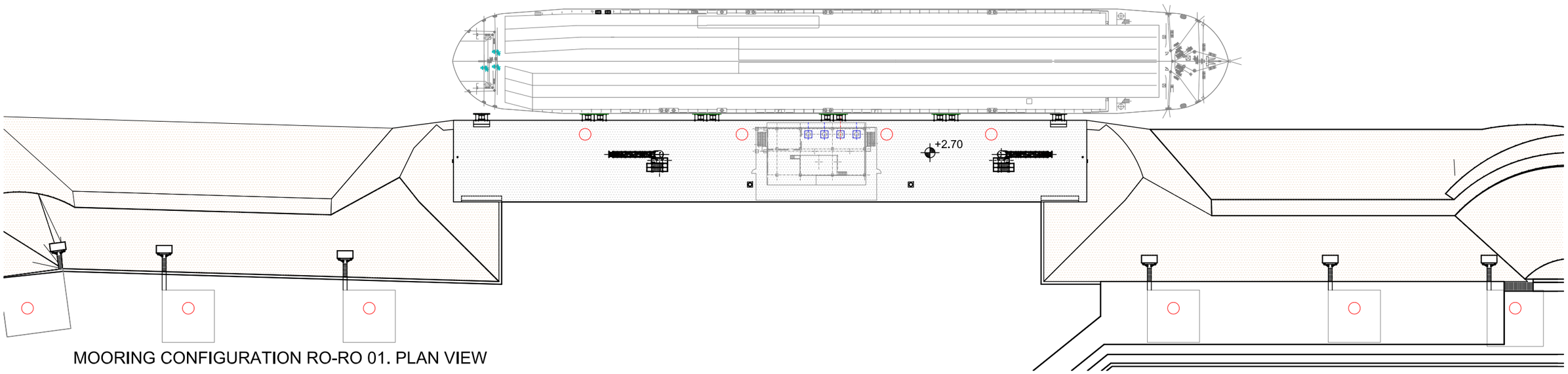
SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION RO-RO 01. SECTION



LOADED AND LOW TIDECOMBINATION RO-RO 01. SECTION



MOORING CONFIGURATION RO-RO 01. PLAN VIEW

COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

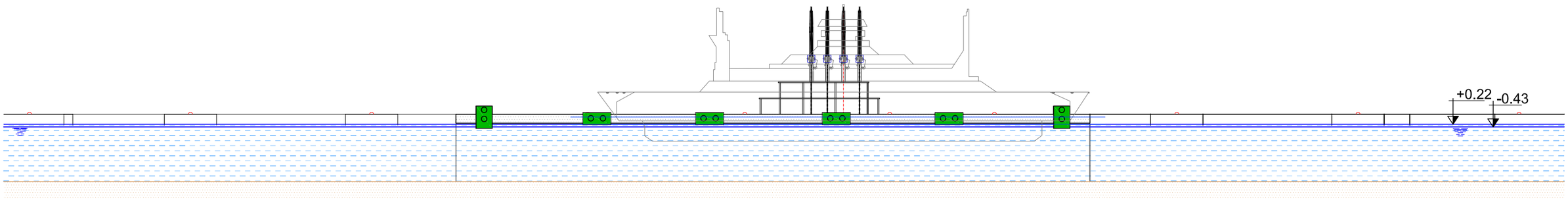
SCALE 1:1000

DATE DECEMBER 2015

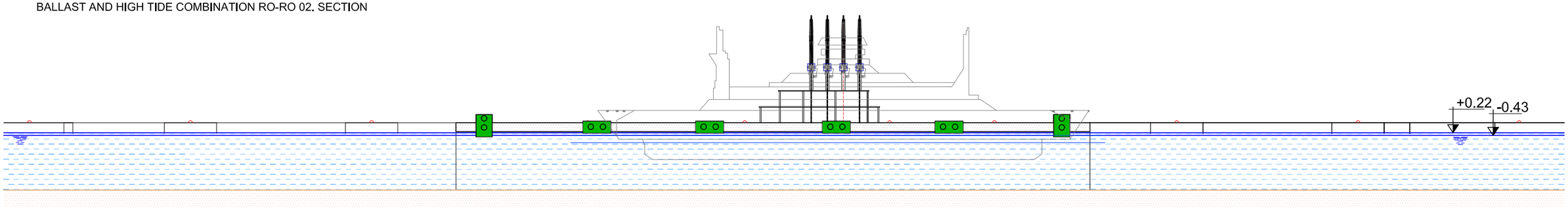
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS
RO-RO 01

DRAWING 01.01

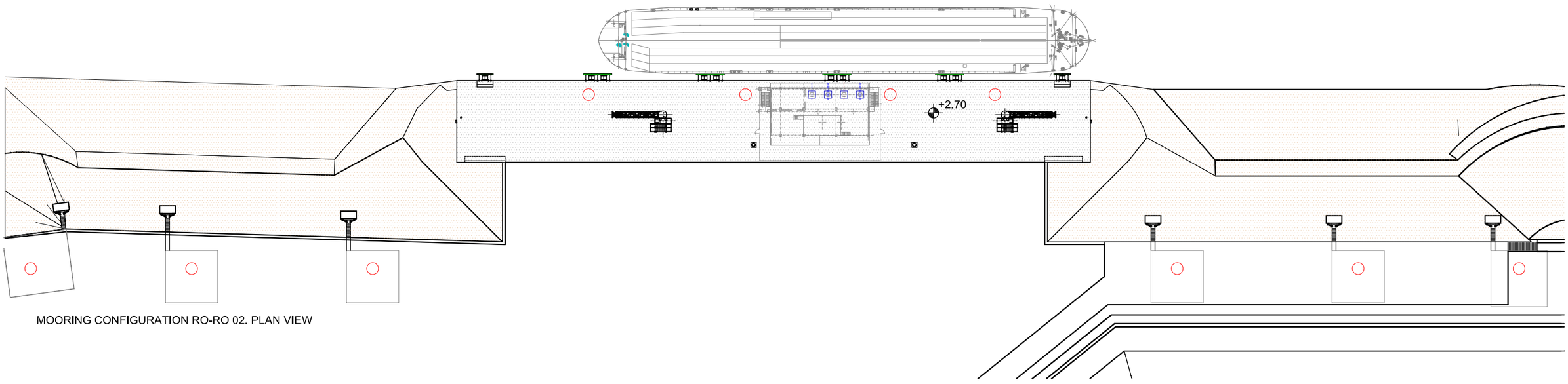
SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION RO-RO 02. SECTION



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION RO-RO 02. SECTION



MOORING CONFIGURATION RO-RO 02. PLAN VIEW

COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

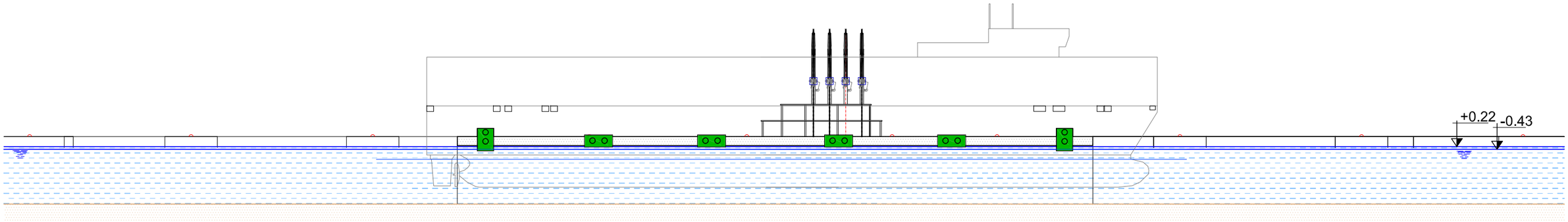
SCALE 1:1000

DATE DECEMBER 2015

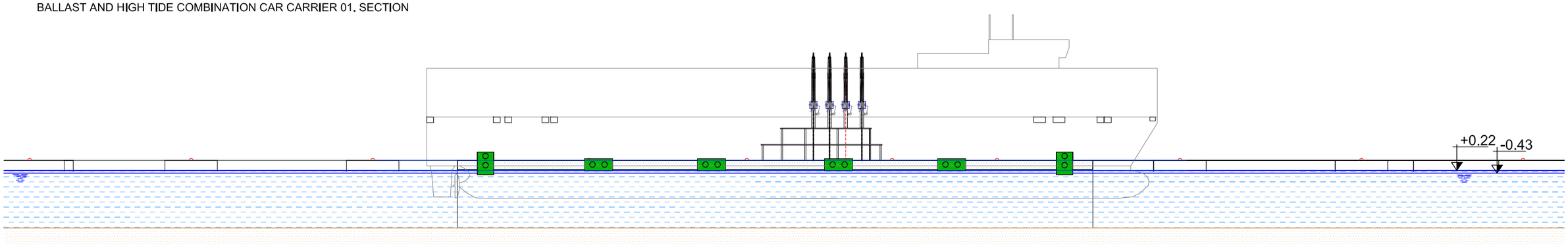
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS
RO-RO 02

DRAWING 01.01

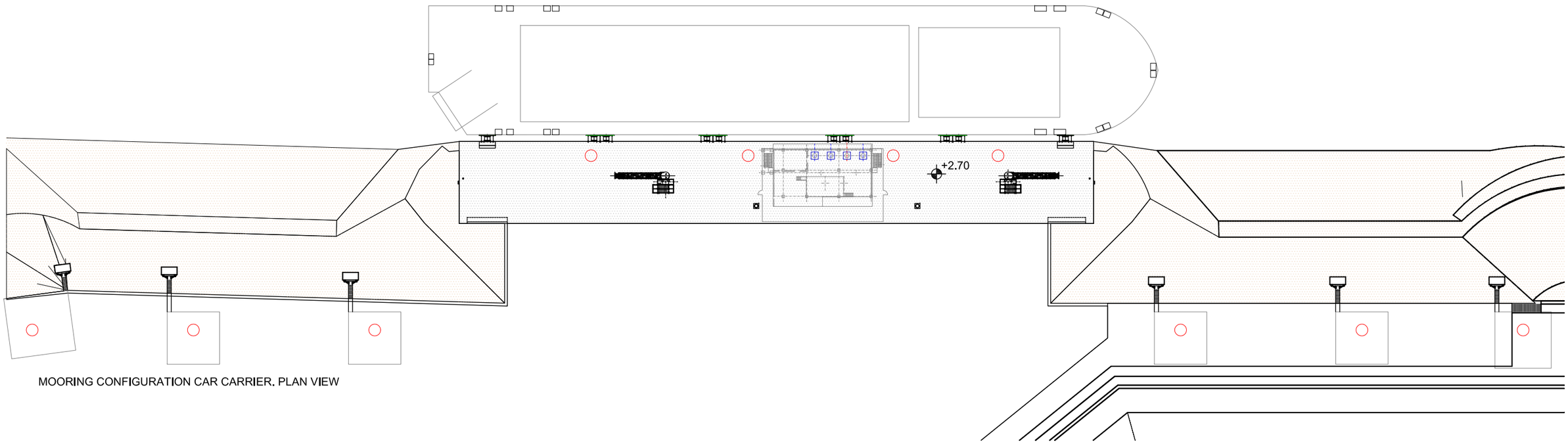
SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION CAR CARRIER 01. SECTION



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION CAR CARRIER 01. SECTION



MOORING CONFIGURATION CAR CARRIER. PLAN VIEW

COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

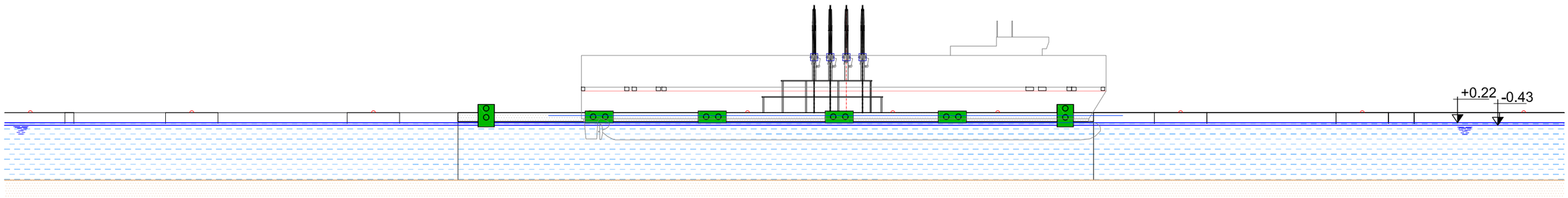
SCALE 1:1000

DATE DECEMBER 2015

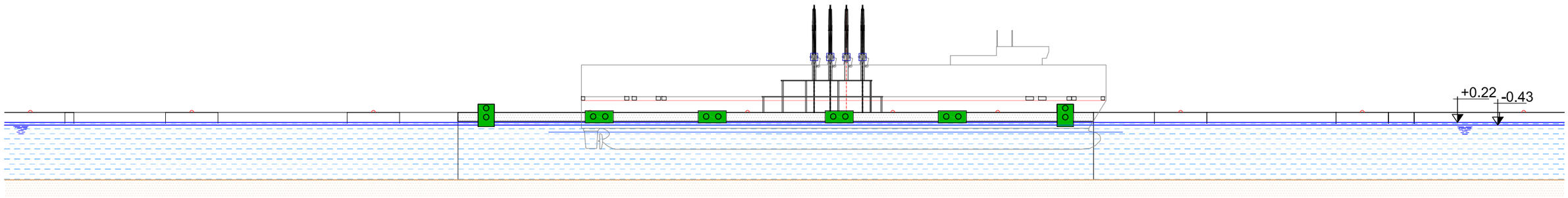
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS
CAR CARRIER 01

DRAWING 01.01

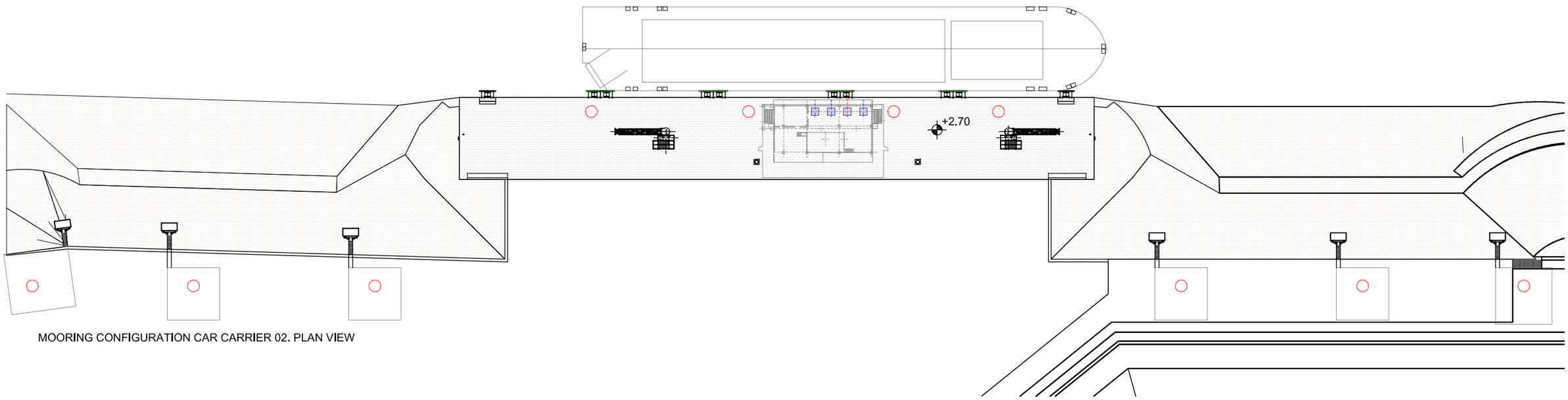
SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION CAR CARRIER 02. SECTION



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION CAR CARRIER 02. SECTION



MOORING CONFIGURATION CAR CARRIER 02. PLAN VIEW

COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

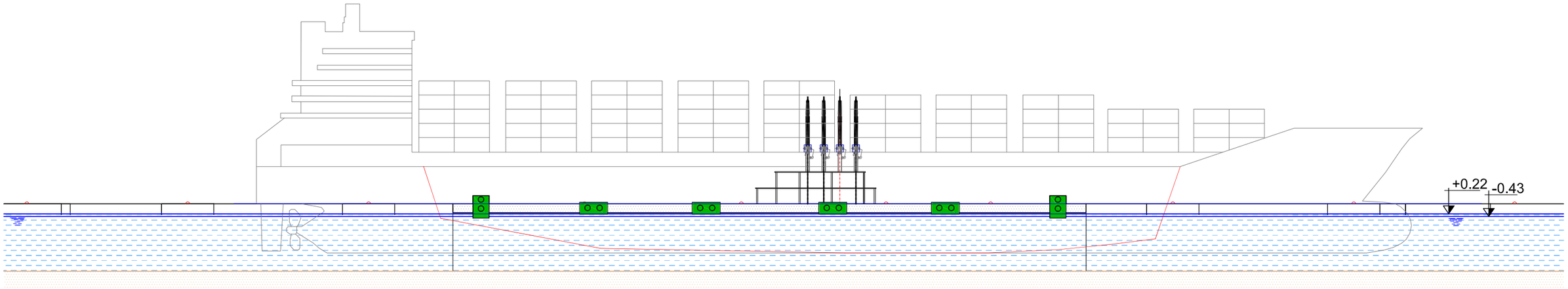
SCALE 1:1000

DATE DECEMBER 2015

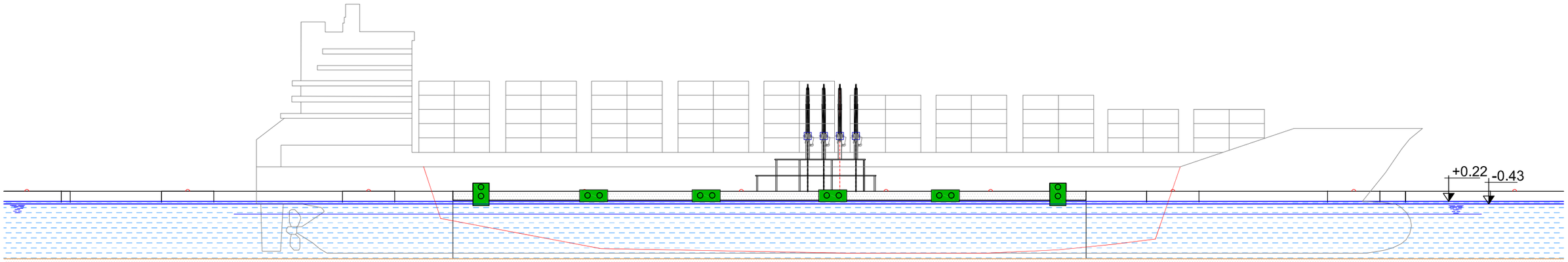
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS
CAR CARRIER 02

DRAWING 01.01

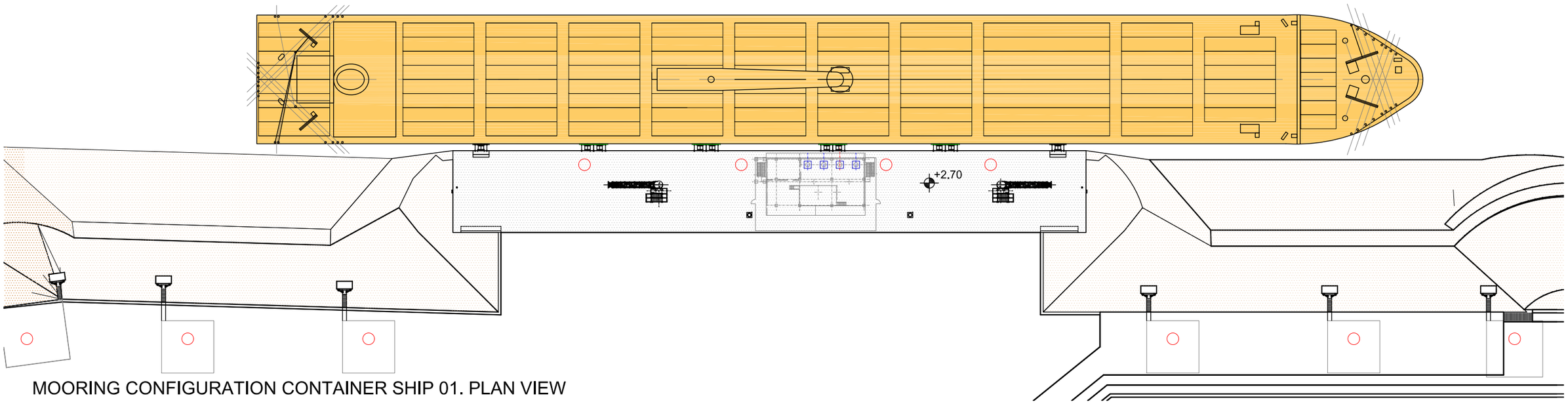
SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION CONTAINER SHIP 01. SECTION



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION CONTAINERSHIP 01. SECTION



MOORING CONFIGURATION CONTAINER SHIP 01. PLAN VIEW

COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

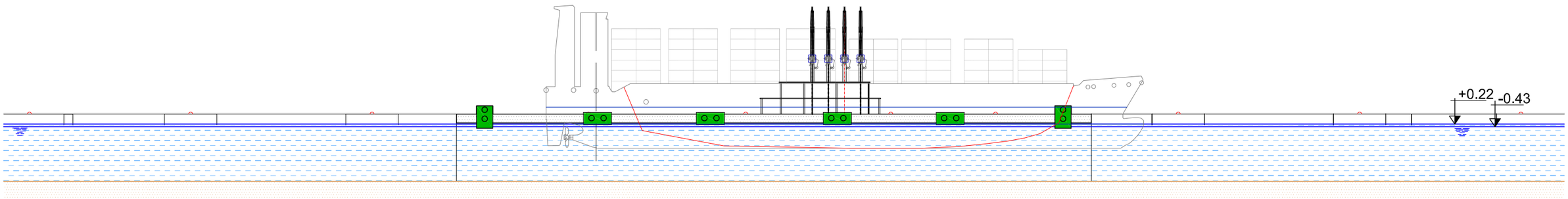
SCALE 1:1000

DATE DECEMBER 2015

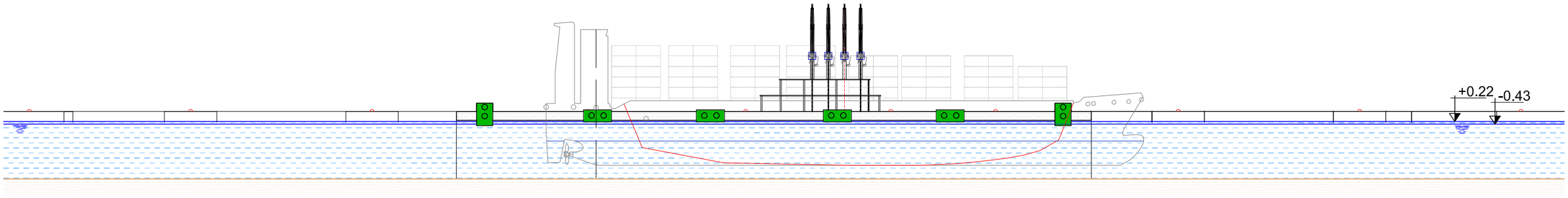
GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS
CONTAINER SHIP 01

DRAWING 01.01

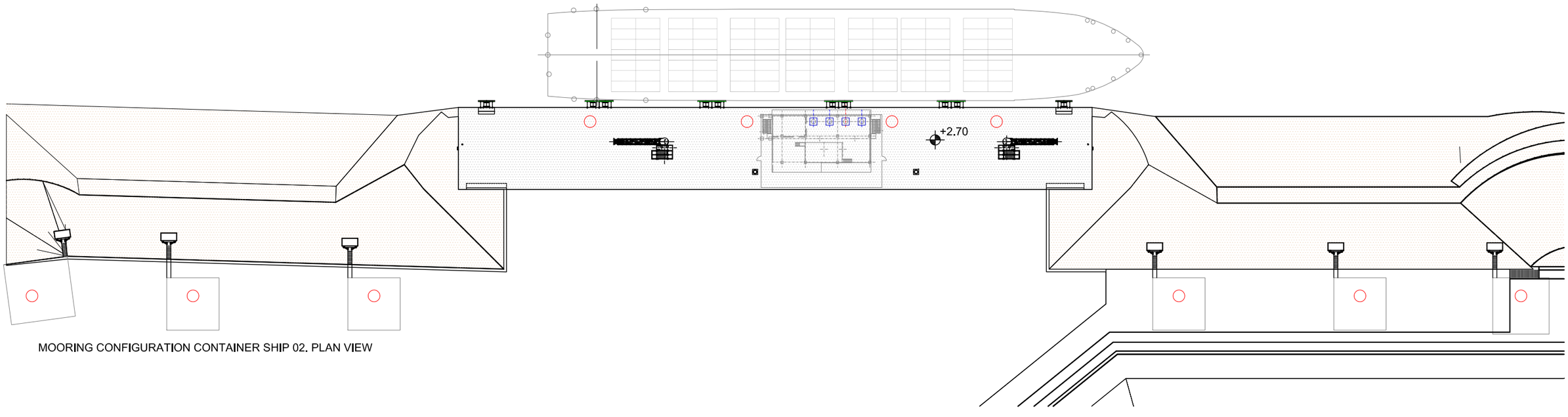
SHEET 1 OF 1



BALLAST AND HIGH TIDE COMBINATION CONTAINER SHIP 02. SECTION



LOADED AND LOW TIDE COMBINATION CONTAINER 02. SECTION



MOORING CONFIGURATION CONTAINER SHIP 02. PLAN VIEW

COMPATIBILITY ASSESSMENT FOR BUNKERING LNG OPERATIONS AT THE SAGUNTO LNG TERMINAL OWNED BY SAGGAS

SCALE 1:1000

DATE DECEMBER 2015

GEOMETRICAL COMPATIBILITY WITH FENDERS
CONTAINER SHIP 02

DRAWING 01.01

SHEET 1 OF 1

DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA INSTALACIONES DE BUNKERING DE GNL EN LA PLANTA DE REGASIFICACIÓN DE SAGUNTO

saggas

Almazán Ingenieros

Septiembre 2017

Almazán Ingenieros S.L. / Pza. Argüelles, 6. Madrid 28008
Tel: (+34) 91 55 91 205 / Fax: (+34) 91 55 92 108
www.almazan-ingenieros.es / ai@almazan-ingenieros.es

ÍNDICE

CONTENIDO DEL PROYECTO

I. MEMORIA.

II. ANEJOS.

ANEJO Nº1: REVISIÓN DE LA PLANIMETRÍA.

ANEJO Nº2: NORMATIVA APLICABLE.

ANEJO Nº3: INGENIERÍA DE PROCESOS.

ANEJO Nº4: CÁLCULOS Y DISEÑO.

ANEJO Nº5: SISTEMAS DE CONTROL, MONITORIZACIÓN Y MEDICIÓN.

ANEJO Nº6: EQUIPAMIENTO DE LAS INSTALACIONES.

ANEJO Nº8: PROGRAMA DE TRABAJO.

ANEJO Nº9: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

III. PLANOS.

IV. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES.

V. PRESUPUESTO.

I. MEMORIA

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN. 5
2. OBJETO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 8
3. NORMATIVA EMPLEADA. 9
4. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES. 10
5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DISEÑADA. 11
   5.1 LÍNEA PRINCIPAL DE CARGA DE GNL. 11
   5.2 LÍNEA DE RETORNO DE GN. 12
   5.3 LÍNEA DE RECIRCULACIÓN DE GNL. 12
   5.4 OTRAS CONDUCCIONES. 13
6. SISTEMA DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN. 14
7. CÁLCULOS. 16
8. EQUIPAMIENTOS. 17
   8.1 MEDIOS CONTRAINCENDIOS. 17
   8.2 SISTEMAS DE BUNKERING DE GNL. 19
9. ILUMINACIÓN, CONEXIÓN ELÉCTRICA Y EQUIPOTENCIAL DE LA INSTALACIÓN. 21
   9.1 ILUMINACIÓN. 21
   9.2 CONEXIÓN ELÉCTRICA. 21
   9.3 EQUIPOTENCIAL DE LA INSTALACIÓN. 21
10. DOCUMENTOS PARA LA LEGALIZACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN. 22
11. PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS. 24
12. PLANOS. 25
13. PRESUPUESTO. 26

1. Introducción.

Las ECA o SECA son espacios marinos protegidos, definidos por la Organización Marítima Internacional, sometidos a un control de las emisiones de los buques. Estas restricciones a las emisiones, definidas en el Anejo VI del convenio internacional MARPOL para prevenir la contaminación por los buques, pueden referirse a las siguientes sustancias:

- Óxidos de Nitrógeno (NOx) – regla 13
- Óxidos de azufre (SOx) y materia particulada (MP) – regla 14
- Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) – regla 15

Actualmente, las existentes son:

- Área del Mar Báltico (SECA - con restricciones únicamente a las emisiones de SOx).
- Área del Mar del Norte y Canal de la Mancha (SECA - con restricciones únicamente a las emisiones de SOx).
- Área de Norteamérica y Mar del Caribe, según se define en el Apéndice VII del Anejo VI (con restricciones a las emisiones de SOx, NOx y PM)

El 1 de enero de 2015 entró en vigor la modificación de la Organización Marítima Internacional a los límites admisibles de las emisiones de los buques en las Áreas de Control de Emisiones (ECAs en lo sucesivo), reduciéndose del 1% al 0,1% de contenido de azufre en los combustibles.

Por otra parte, la Unión Europea también tiene sus propias restricciones a las emisiones dentro de su ámbito competencial de las aguas de los Estados Miembros. En concreto, se regulan las emisiones de los buques en puerto limitando el contenido de azufre en combustible del 0,1% (según directiva europea 2005/33/EC) y las emisiones en navegación de buques de pasajeros entre puertos comunitarios a un 1,5%(un 0,5%a partir de 2020).

De entre las diversas alternativas que se barajan para el cumplimiento de la normativa, como los scrubbers o el empleo de combustibles con bajo contenido de azufre, la Comisión Europea recomienda, en su directiva 2014/94/EU para el desarrollo de una infraestructura de combustibles alternativos, el uso del GNL como combustible marítimo, lo que constituye una de sus prioridades estratégicas en el campo de los transportes y para lo cual dispone de la denominada "Connecting Europe Facilities" como herramienta de ayuda a su financiación.

Dentro de este marco ambiental y legislativo se presenta una gran oportunidad de negocio para las terminales de almacenamiento y regasificación de GNL, como es el de la planta de regasificación de Sagunto (SAGGAS, en adelante).

En este contexto, SAGGAS participa junto con la Autoridad Portuaria de Valencia (APV) y la Fundación ValenciaPort (FVP) en el proyecto CORE LNGas Hive de la Comisión Europea.

La terminal de almacenamiento y regasificación de GNL de SAGGAS está ubicada en el Puerto de Sagunto, que es un puerto marítimo español situado al este de la península ibérica, en la provincia de Valencia.

Imagen 1.1 Plano de situación, Puerto de Sagunto.

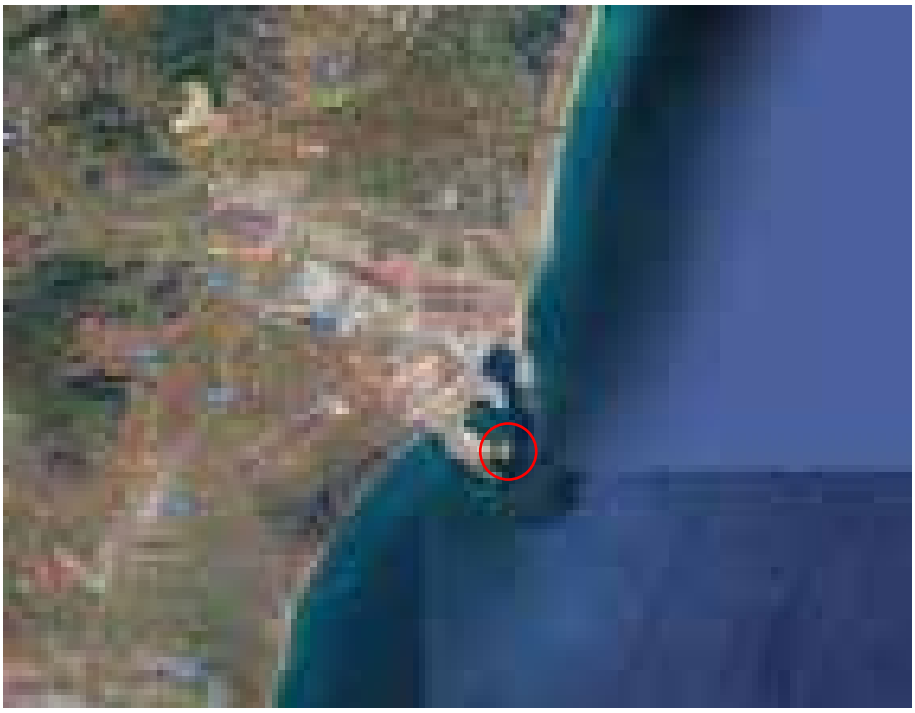


Imagen 1.2Ubicación planta SAGGAS, Puerto de Sagunto.

En la siguiente fotografía se pueden verse por un lado, las oficinas y los tanques de SAGGAS, y al fondo el pantalán de suministro de GNL objeto del presente proyecto.

Imagen 1.3 Planta SAGGAS. Oficinas, tanques y pantalán de suministro.

En concreto, la actuación de adecuación de las instalaciones para la prestación del servicio de bunkering de GNL ship-to-ship, constará de dos partes:

1. Modificación de las instalaciones de carga existentes, adecuando el pantalán de atraque para la operación del buque nodriza, incluyendo los sistemas de amarre, defensas y acceso al buque.

2. Adecuación de las instalaciones de SAGGAS en el Puerto de Sagunto para el suministro de bunker de GNL, con la polivalencia suficiente para abastecer un amplio rango de buques nodriza y feeder de GNL.

2. Objeto y descripción del proyecto.

El objeto del presente proyecto es el desarrollo de un paquete de diseño de ingeniería básica para la adecuación de las instalaciones de SAGGAS para el suministro de GNL en el muelle, desarrollándose el sistema de carga de GNL del buque, y considerándose los medios especificados de transferencia al buque.

En concreto, se trata del proyecto de dos nuevas líneas en la planta de SAGGAS, dentro del propio jetty de carga y descarga, inicialmente planteadas de la siguiente manera:

- Una línea de 8" de suministro de GNL, con capacidad para 771 m^3/h, conectada al colector principal de GNL de 36" mediante un HOT TAP de 8".
- Una línea de 6" de recuperación de Boil-off conectada al colector principal de GN de 20" mediante un HOT-TAP de 6".

Ambas líneas dispondrán de las consiguientes líneas de servicio/utilities, seguridades, medidores de caudales, señales, etc. y terminarán en unas bridas en el borde del pantalán, listas para conectar el sistema de transferencia de combustible GNL a la barcaza de bunkering, pero a una cota inferior de la habitual para los grandes metaneros, adaptándose así a las características de las barcazas de bunkering.

Estas instalaciones se han proyectado con el objetivo de la flexibilidad y versatilidad, de forma tal que en el futuro sean fácilmente ampliables para realizar operaciones de bunkering desde otros puntos del pantalán y a un rango variado de buques, tanto buques nodriza como feeder de GNL de los que actualmente hay en proyecto en España y operaciones de bunkering en su caso.

El proyecto consta de los siguientes documentos:

- Memoria: resumen de las actuaciones y cálculos, desarrollados en los anejos.
- Anejos: documentos justificativos de cada elección y cálculo que se han realizado para dar solución a la instalación planteada.
- Planos: documentación gráfica que respalda de forma conceptual y descriptiva lo que se ha indicado en los anejos y la memoria.
- Pliego de prescripciones: documento que agrupa las condiciones generales (administrativas, contractuales y normativas) y las condiciones particulares (técnicas) que servirán, con carácter obligatorio y contractual, como guía en los aspectos administrativos y constructivos del proyecto.
- Presupuesto: recoge las mediciones y los precios de las diferentes unidades de obra consideradas en el proyecto, así como los cálculos del Presupuesto de Ejecución Material (PEM) y el Presupuesto General por Contrata.

3. Normativa empleada.

Para el diseño de las instalaciones se han seguido un amplio rango de normativas vigentes recogidas en el *Anejo Nº2: Normativa aplicable*, de entre las cuales cabe destacar:

- *UNE-EN 1473:2017. Instalación y equipos para gas natural licuado. Diseño de las instalaciones terrestres.*
- *NFPA 59A (2016). Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG). Estándares para la Producción, Almacenamiento y Manipulación de Gas Natural Licuado (GNL).*

Adicionalmente se han tenido en cuenta las Especificaciones Técnicas de SAGGAS. En concreto:

- "Especificaciones material de tuberías" P227379-SRPI1-SP-0002
- "Especificación aislamiento térmico baja temperatura de tuberías y equipos" P227358-SRPI1-SP-0001
- "Notas generales de soportes" P227252-SRPM3-NT-0001 y "Soportes estándar y colección de soportes estándar" P227379-SRPM3-LT-0002
- "Bases de diseño de proceso" P227379-SRPI1-CD-0001

En el *Anejo Nº2: Normativa Aplicable*, se encuentra definida toda la normativa empleada para cada aspecto del presente proyecto.

4. Aspectos medioambientales.

Se realizará un análisis pormenorizado de la legislación local, autonómica, nacional e internacional que rigen la evaluación de impacto ambiental para el presente proyecto.

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, establece en su artículo 7.1 y 7.2 los proyectos que deben ser objeto de una evaluación de impacto ambiental o una evaluación ambiental simplificada respectivamente.

5. Descripción de la instalación diseñada.

La instalación objeto del proyecto comprende desde las bridas de conexión de las futuras mangueras de carga de buques (excluidas estas), hasta la conexión con los colectores de GNL y de retorno de gas de la instalación que une los brazos de descarga de metaneros con la Planta de Regasificación. También se contempla la parte de control, así como las conexiones con el sistema de parada segura ESD de la terminal.

La instalación comprenden principalmente líneas de instalación independientes: línea de carga de GNL de buques, línea de retorno de gas del buque y línea de recirculación para enfriamiento de la tubería principal de carga.

5.1 Línea principal de carga de GNL.

La línea principal de carga de GNL conecta al colector de 36" que une los tres brazos de carga del metanero con los depósitos de GNL de la planta. En esta línea se conecta a la línea de recirculación de GNL para el enfriamiento, de 8" y se pretende aprovechar la bomba del sistema de circulación, con un caudal máximo de 771 m^3/h para realizar la carga de los buques. Esta circulación es posible mediante las bombas dispuestas en la terminal de carga y que no son objeto de este proyecto.

De la línea de 36" (LG-1004-36") se saca una derivación mediante la conexión de un HOT TAP de 8". Para poder realizar la conexión es necesaria la instalación de una válvula de bola, de paso total, que permita realizar la maniobra y el montaje de la maquinaria necesaria para la realización del HOT TAP. Esta válvula permanecerá siempre abierta, ya que su uso es exclusivo para la ejecución de los trabajos de perforación.

La línea de GNL de carga de buques se ha calculado para un diámetro de 8" siguiendo el documento "*Bases de diseño de proceso*" (P227379-SRPI1-CD-0001) facilitado por SAGGAS, donde el criterio más restrictivo es la velocidad máxima en las tuberías de 6,1 m/s, cuyos cálculos vienen detallados en el *Anejo Nº 4: Cálculos y diseño*.

En esta línea se han dispuesto diferentes equipos para el correcto funcionamiento de la operación y para poder operar de forma segura. Se dispone de los siguientes elementos principales, que se definen con mayor detalle en el *Anejo Nº3: Ingeniería de procesos*.

- *Válvula XV 001*
- *Caudalímetro másico de Coriolis*
- *Válvula FV 001*
- *Válvula SP 001*
- *Conexión de manguera*
- *Válvulas de seguridad*
- *By-pass*

- *Conexión de Nitrógeno*

5.2 Línea de retorno de GN.

La línea de retorno de GN se conecta al colector del brazo de fase gas del metanero en la línea (NG-10012-20"), previo al depósito 10-V-01. Está línea permitirá el vaciado del gas de los depósitos del buque durante la operación de descarga, para permitir cargar el GNL sin aumento de presión. La conexión se realizará mediante un HOT TAP de 6". Para poder realizar la conexión es necesaria la instalación de una válvula de bola, de paso total, que permita realizar la maniobra y el montaje de la maquinaria necesaria para la realización del HOT TAP. Esta válvula permanecerá siempre abierta, ya que su uso es exclusivo para la realización de los trabajos.

La línea de retorno del gas del buque se ha dimensionado con un diámetro de 6", siguiendo el documento "*Bases de diseño de proceso*" (P227379-SRPI1-CD-0001) facilitado por SAGGAS, donde el criterio más restrictivo es $\Delta P = 0{,}6\%$ ó $\Delta P = 0{,}565 bar/100m$, cuyos cálculos vienen detallados en el *Anejo Nº 4: Cálculos y diseño*.

En esta línea se han dispuesto diferentes equipos para el correcto funcionamiento de la operación y para poder operar de forma segura. Se dispone de los siguientes elementos principales (véase Diagrama P&ID):

- *Válvula XV 002*
- *Caudalímetro másico de Coriolis*
- *Conexión de manguera*
- *Válvulas de seguridad*
- *Conexión de Nitrógeno*

5.3 Línea de recirculación de GNL.

La línea de carga de GNL se conecta al colector de descarga de metaneros (LG-10004-36") tal y como se describe en el apartado 1.1, la cual está conectada con la línea de recirculación de GNL (LG-20043-8") para enfriamiento de las tuberías de descarga.

Está línea permitirá recircular una parte de caudal de GNL por las tuberías de carga, para enfriarlas previo a los trabajos de carga de buques. Para permitir la recirculación se conecta la línea de carga de buques (LG-50001-8") con la línea de retorno de gas (NG-50007-4"), mediante la línea (LG-50006-1"). Se instala una válvula de bola manual para cerrar el paso entre líneas cuando no se esté enfriando. Esta operación es manual.

La línea de conexión entre la línea de carga y de retorno de gas se ha dimensionado con un diámetro de 1". En esta línea se han dispuesto diferentes equipos para el correcto

funcionamiento de la operación y para poder operar de forma segura. Se dispone de los siguientes elementos principales:

- *Válvula de bola*

5.4 Otras conducciones.

Las TSV se conectarán a un colector común de 2" (NG-50002-2") que descargará a la línea de retorno de GN del buque (NG-50007-6"). Previo a la conexión con esta línea se dispone de un transmisor de temperatura para conocer si las TSV se han activado.

Por su parte, las PSV se conectarán a un colector común que descargará a la línea de retorno de las purgas y válvulas de seguridad de la zona de la descarga de metaneros (NG-10013-6"). La conexión se realizará mediante un HOT-TAP de 2".

La red de nitrógeno se instalará de acuerdo con lo establecido en la Norma *UNE-EN 1473*.

6. Sistema de control e instrumentación.

La operación de la instalación se realizará desde el Sistema de Control Distribuido (SCD) existente en las instalaciones.

Las características definidas para las señales, la alimentación y los posibles fallos quedan indicadas en el *Anejo Nº5: Sistemas de control, monitorización y medición*.

La operación de la central se realizará desde la sala de control principal.

La instalación contará con:

- Transmisores de temperatura
- Transmisores de presión
- Transmisores de caudal
- Detectores de gas
- Detectores de llamas
- Detectores de derrames
- Solenoides para válvulas actuadas
- Solenoides para detectores de posición de válvulas

Se ha desarrollado una matriz causa-efecto (Ver *Anejo Nº5: Sistemas de control, monitorización y medición*) de la instalación con el propósito de que se pueda integrar dentro de la matriz general de la planta. La matriz relaciona el funcionamiento de las válvulas conectadas al sistema ESD con las señales recibidas de los sensores y detectores instalados.

Los detonantes del accionamiento del sistema ESD son los siguientes:

PULSADORES DE EMERGENCIA	PULSADOR EMERGENCIA GENERAL SISTEMA ESD
	PULSADOR EMERGENCIA LOCAL CARGA DE BUQUES
	PULSADOR DE EMERGENCIA 1 ZONA DESCARGA METANEROS
	PULSADOR DE EMERGENCIA 2 ZONA DESCARGA DE METANEROS
SISTEMA DETECCIÓN DE INCENDIOS	DETECTOR DE LLAMA 1 ZONA PANTALÁN
	DETECTOR DE LLAMA 2 ZONA PANTALÁN
	DETECTOR DE LLAMA 3 ZONA PANTALÁN
SISTEMA DETECCIÓN DE DERRAMES	TEMPERATURA 1 MUY BAJA DETECTOR ZONA BANDEJA DERRAMES
	TEMPERATURA 2 MUY BAJA DETECTOR ZONA BANDEJA DERRAMES
SISTEMA DE SEÑALES DE PROCESO	PRESIÓN MUY ALTA EN SERVICIO A CARGA GNL BUQUE
SISTEMA DETECCIÓN DE GAS	SENSOR DE GAS 1 EN ZONA CARGA DE BUQUES
	SENSOR DE GAS 2 EN ZONA CARGA DE BUQUES
SISTEMA ERS	INSTALADO EN MANGUERA FASE LÍQUIDO
	INSTALADO EN MANGUERA FASE GAS

Los elementos de instrumentación y control se encuentran detallados en el *Anejo Nº5: Sistemas de control, monitorización y medición* del presente proyecto.

7. Cálculos.

Las conducciones proyectadas han sido diseñadas de acuerdo con criterios estructurales e hidráulicos, teniendo en cuenta tanto las tensiones producidas en las secciones por la presión interna del fluido como las tensiones producidas por el peso propio de conducción y contenido, dando como resultado el espesor de las paredes de las conducciones y la separación máxima admisible entre apoyos.

Los diámetros nominales finalmente escogidos son los siguientes:

Tabla 7.1 Diámetros de cálculo y espesores comerciales escogidos.

Diámetro de Cálculo (Do)		Espesor comercial escogido	
Inch	mm	SCH	mm
8	219,1	10	3,76
6	168,3	10	3,40
2	60,3	10	2,77
1	33,4	40	3,38

Adicionalmente se han revisado los criterios de diseño propios de SAGGAS, mediante la comprobación del documento "*Bases de diseño de proceso*" (P227379-SRPI1-CD-0001), para evitar posibles disfunciones en el bombeo del GNL.

Los cálculos se encuentran detallados en el *Anejo Nº4: Cálculos y diseño* del presente proyecto.

8. Equipamientos.

8.1 Medios Contraincendios.

De acuerdo con las normas *UNE-EN 1473:2017* y UNE-EN 12065:1998, el establecimiento de la seguridad contraincendios del nuevo punto de carga y descarga se elabora en dos niveles:

- Protección pasiva.
- Protección activa.

8.1.1 Protección Pasiva.

8.1.1.1 Elementos de contención de derrames.

Para evitar que un derrame repentino suponga un peligro para los operarios y para la instalación y con el fin de retener el GNL en caso de fuga en las conexiones de carga y descarga con los medios de transferencia del buque, bajo estas y lo más próxima posible al cantil del muelle, se construirá una pequeña bandeja de contención de derrames.

Con objeto de facilitar la maniobra de los operarios en el punto de conexión, se dispondrá un tramex en la superficie superior de la bandeja, que permita pasar los derrames de GNL.

Además de la estructura de trabajo definida, como medidas pasivas adicionales se dispondrán medidas de señalización de emergencia y establecimiento de perímetros de seguridad durante el desarrollo de las operaciones con restricciones en el acceso.

En el *Anejo Nº6: Equipamiento de las instalaciones*, se incluyen los detalles acerca de la ejecución de esta bandeja de retención.

8.1.1.2 Sistemas de detección y comunicación de incidentes.

Con el fin de detectar una situación de emergencia lo antes posible en la nueva toma de carga y en la nueva zona de trabajo, se instalarán los siguientes sistemas de detección conectados con el centro de control existente:

- Detectores de vertidos de GNL: los vertidos de GNL deberán detectarse mediante sondas de baja temperatura colocados en la bandeja de derrames, debajo del tramex de la nueva zona de trabajo, con el fin de detectar un derrame de GNL.
- Detectores de gases inflamables: situados sobre las conexiones con el buque, para el caso de un escape del BOG.
- Detectores de llama: los detectores de llama deberían ser infrarrojos (IR), o de funcionamiento similar.
- Sensores de presión y temperatura en las conducciones.

8.1.2 Protección activa.

8.1.2.1 Cortina de agua.

Actualmente se dispone en el pantalán de cortinas de agua que cubren el frente de atraque en ambas plantas del pantalán. Dicha cortina de agua estará próxima a la nueva toma de carga y descarga. Además, se dispone de un sistema de rociadores de agua que protege al depósito 10-V-01, por lo que se considera que la cortina de agua existente cumple su cometido sin necesidad de modificaciones.

8.1.2.2 Sistemas de extinción.

En el *Anejo Nº6: Equipamiento de las instalaciones*, se indican los sistemas de extinción de polvo seco que se prevén instalar en la planta.

8.2 Sistemas de bunkering de GNL.

El sistema de bunkering asegura la trasferencia de combustible de manera segura.

De acuerdo con las normas *ISO 18683* e *ISO 20519*, se establecen los requisitos funcionales relativos a los sistemas de bunkering de GNL. En el *Anejo Nº6: Equipamiento de las instalaciones*, se detallan los diferentes elementos necesarios para realizar las operaciones de bunkering.

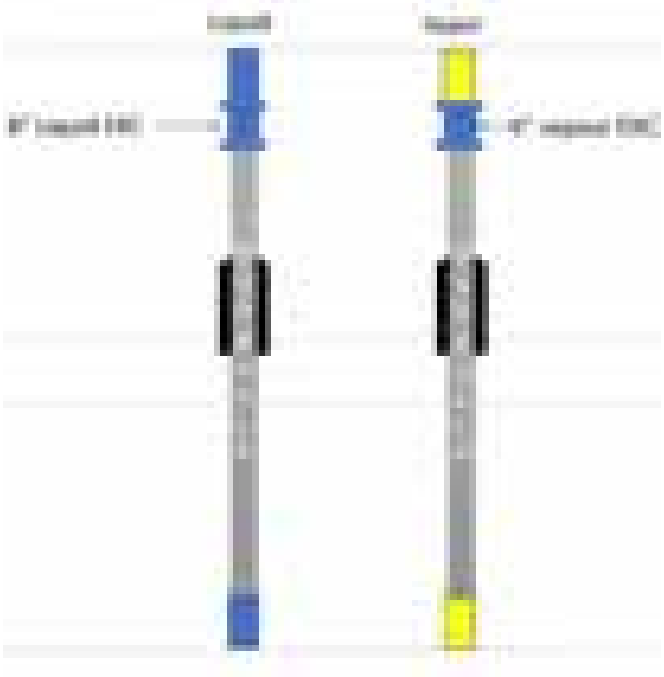


Imagen 8-1 Esquema en planta del Sistema de bunkering

8.2.1 Sistemas de cierre y desconexión de emergencia – ERS.

El sistema de transferencia de GNL estará equipado con un sistema ERS de desconexión de emergencia, conectado al sistema ESD. La instalación y los sistemas ESD del buque estarán interconectados con un enlace ESD para garantizar el funcionamiento coordinado de los sistemas de ESD y ERS de entrega y recepción.

El ERS se instalará en el punto de conexión entre las mangueras y las bridas de conexión de las tuberías de suministro de combustible en el pantalán.

8.2.2 Mangueras.

Las mangueras utilizadas como parte del sistema de transferencia tienen que estar diseñadas para el uso de GNL.

Tabla 8-1 Caractarísiticas de la mangueras.

Diametro interior [Inches]	Máxima presión de trabajo [bar]	Radio de curvatura [mm]	Peso [kg/m]	Largo máximo [m]
8	21	1000	21,2	30
6	21	750	13,3	30

8.2.3 Soporte de las mangueras y sistemas de detección de caídas.

Todo el equipo de transferencia deberá ser adecuadamente soportado durante las operaciones de transferencia para que se realice con seguridad bajo los parámetros de operación.

Si una manguera de transferencia, conexiones, línea de retorno de vapor cayese durante una operación de desacoplamiento normal o de emergencia podría generar fuerzas suficientes para dañar cualquier parte del sistema de transferencia, por lo que se instalará un sistema de detención de caídas (cable, eslinga u otro) de un diseño adecuado para soportar el sistema de transferencia de combustible.

8.2.4 Conexiones.

Las conexiones del sistema de bunkering entre el buque y las mangueras se dispondrán de forma que permitan el funcionamiento en seco, permitiendo conectar y desconectar las mangueras al buque, de forma rápida, segura, sin derrames ni herramientas adicionales.

8.2.5 Juntas de aislamiento.

Con el objeto de eliminar cualquier riesgo potencial de chispa o descarga eléctrica en el sistema de transferencia de combustible, se recomienda la instalación de una junta dieléctrica, de manera que se cumplan los requisitos aplicables de la Guía de Seguridad ISGOTT, 5ª Edición.

9. Iluminación, conexión eléctrica y equipotencial de la instalación.

9.1 Iluminación.

Debido a la iluminación existente en el pantalán, considerada suficiente de acuerdo con la normativa y los criterios de seguridad considerados para este proyecto, se requerirá únicamente la elevación de la misma en una distancia de 1,00 metro para evitar la interferencia con los elementos nuevos a instalar.

9.2 Conexión eléctrica.

En la nueva instalación, lo único que necesita alimentación eléctrica es el PLC (Panel de Control) e instrumentación con una previsión de demanda de 1kW a 230VAC desde una fuente confiable (SAI). No es necesaria una instalación específica debido a que la demanda es muy pequeña.

9.3 Equipotencial de la instalación.

No se considera necesario ningún tipo de acción adicional, puesto que ya que existe conductividad a lo largo de toda la instalación debido a los materiales de los elementos instalados, prácticamente todos soldados con continuidad eléctrica, realizando, en todo caso, un puente en las bridas de unión de los elementos que las lleven.

10. Documentos para la legalización y puesta en servicio de la instalación.

La instalación formará parte de la Planta de Regasificación de Sagunto. Dicha instalación ya cuenta con sus autorizaciones y licencias para las actividades que desarrolla, entre las cuales se encuentra la carga de buques, por lo tanto en principio la carga de pequeños buques feeder o buques nodriza debería estar cubierta por esta licencia, no así el suministro directo como combustible a buques, aún por definir.

Partiendo de la base que falta definir, por parte de la Delegación de Industria y Energía de la Generalitat Valenciana, el procedimiento a seguir para la legalización de la instalación, a continuación se citan, a modo orientativo, los documentos mínimos generalmente requeridos para una instalación industrial de este tipo:

- Proyecto para autorización administrativa. (Valido para presentar a la Delegación correspondiente para que indique los trámites a seguir)
- Proyecto de ejecución de instalaciones.
- Certificados de instalación ATEX.
- Certificados de fabricantes.
- Medición de tierras.
- Proyectos específicos de seguridad industrial que se vean afectados (Equipos a presión, equipos de baja tensión…)
- Certificados de Dirección Facultativa.
- Acta de pruebas avalada por organismo de control autorizado.
- Cualquier otra documentación o certificado que pudiera requerir la Delegación Territorial correspondiente para la legalización de las instalaciones.

Lo innovador de la instalación impide ajustarse a procedimientos establecidos, siendo precisamente uno de los objetivos del presente proyecto servir de ayuda para el establecimiento de estos, de aplicación a futuros casos.

Además, para poder llevar a cabo un seguimiento de la instalación y poder así disponer de toda la documentación relativa a calidad con el fin de facilitar los trámites administrativos posteriores, la empresa adjudicataria de los trabajos deberá disponer de un archivo documental que contenga, como mínimo, lo siguiente:

- Certificado de materiales base.
- Certificado de materiales de aportación.
- Certificado de fabricación de equipos.
- Certificados de equipos de instrumentación y control.
- Certificado de calibración de equipos de medida e instrumentación.
- Homologación de soldadores.

- Procedimientos de soldadura.
- Libro de soldadura.
- Plano de soldaduras.
- Informes de ensayos no destructivos.
- PPI (Programas de Puntos de Inspección)
- Actas de pruebas.
- Planos As-built.
- Certificados varios.

Esta documentación estará siempre disponible en obra para seguimiento de la dirección facultativa y de la propiedad, organismo de control autorizado o de la administración pública que lo requiera.

11. Programación de los trabajos.

Los trabajos programados incluyen las fases de ingeniería de detalle, compras y suministro, premontaje en taller, transporte de materiales a obra, montaje en obra y ejecución de pruebas encaminadas a la validación y certificación de la instalación.

Durante el periodo de acopio de material, montaje y pruebas deberá tenerse en cuenta que no se debe interferir en la operativa normal de la planta por lo que ante cualquier operación de carga o descarga en el atraque de SAGGAS se deberán interrumpir las operaciones y dejar todo el material y medios de forma que no supongan ningún peligro o molestia en la operación normal.

Dada la frecuencia actual de recepción de grandes buques en SAGGAS se estima que la demora debida a este concepto puede estar en torno a los 15 días.

De cualquier manera la dirección de obra y contratista deberán coordinarse adecuadamente con el departamento de operaciones de SAGGAS y planificar adecuadamente los trabajos en función de las escalas previstas.

En total la duración estimada para el proyecto es de 7 meses, la mayor parte de los cuales corresponden al pedido y suministro de los componentes.

12. Planos.

En el proyecto se incluyen los planos correspondientes a la nueva instalación, indicando cuáles son los planos que se han modificado y cuáles son nuevos, para la correcta ejecución de la instalación. No obstante la empresa que resulte adjudicataria para la ejecución de los trabajos deberá contemplar cuáles son los planos susceptibles de ser actualizados además de los ya indicados, incluyendo las modificaciones que no sean objeto de este proyecto inicial.

13. Presupuesto.

El presupuesto total base de licitación de la instalación proyectada asciende a ***dos millones dieciocho mil trescientos cuarenta y siete euros con treinta y dos céntimos (2.018.347.32 €)*** que se distribuye en los siguientes capítulos:

CAPÍTULO	RESUMEN	EUROS	%
1.1	Conducciones	20.694,05 €	1,48
1.2	Soportes	40.250,00 €	2,87
1.3	Válvulas	270.586,00 €	19,30
1.4	Caudalímetro	102.170,00 €	7,29
1.5	Hot-Taps	26.300,00 €	1,88
1.6	Aislamiento	62.282,55 €	4,44
1.7	Instrumentación y control	28.400,00 €	2,03
1.8	Bandeja de contención de derrames	14.770,00 €	1,05
1.9	Elementos contra incendios	340,00 €	0,02
1.10	Sistema de bunkering	777.383,00 €	55,46
1.11	Andamios y medios de elevación	6.000,00 €	0,43
1.12	Control de calidad	6.000,00 €	0,43
1.13	Pruebas reglamentarias	4.500,00 €	0,32
1.14	Estudio básico de Seguridad y Salud	42.051,82 €	3,00
	TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	**1.401.727,42 €**	
	13,00% Gastos Generales	182.224,56 €	
	6,00% Beneficio Industrial	84.103,65 €	
	SUMA DE G.G. Y B.I.	266.328,21 €	
	TOTAL PRESUPUPUESTO DE INVERSIÓN	**1.668.055,63 €**	
	21,00% I.V.A.	350.291,68 €	
	TOTAL PESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	**2.018.347,32 €**	

Madrid, Septiembre de 2017

Fdo: José Luis Almazán Gárate
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado Nº 4.656

II. ANEJOS

ANEJO Nº1

REVISIÓN DE LA PLANIMETRÍA

Contenido

1. REVISIÓN DE LA PLANIMETRÍA. 5
2. MEDICIONES IN-SITU. 7
3. PLANOS INCLUIDOS. 7

1. Revisión de la planimetría.

Para la elaboración del proyecto se ha realizado una revisión previa de la planimetría existente incluyendo los siguientes aspectos:

- ✓ Diagrama de procesos del pantalán.
- ✓ Isométricos de las conducciones sobre las que realizar los Hot-Tap.
- ✓ Instalación eléctrica y señales.
- ✓ Medios de extinción y protección.

Se listan a continuación los planos revisados:

- Planimetría general:

P227252-SR-GG-0000-0001	Plano de implantación General. Ampliación Fase III-IV y Carga de Barcos (HUB)
P227252-SR-GG-0000-0003	Plano de implantación parcial. Area 10, Pipe-Rack y Pipe-Track
P227252-SR-PP-0010-002	Planta de tuberías. Area 10, Estructura brazo de carga Elv. 110.000

- Estructuras:

P227252-SR-CH-0010-0001-01	Estructura descarga jetty. Plantas EL 105,300 y EL. 110,000. Formas y detalles.
P227252-SR-CH-0010-0001-02	Estructura descarga jetty. Plantas EL 105,300 y EL. 110,000. Armaduras y detalles.

- Isométricos:

SRPM3-IM-LG20043	Línea LG-20043-8” (1/11)
SRPM3-IM-LG20043	Línea LG-20043-8” (2/11)
SRPM3-IM-LG20043	Línea LG-20043-8” (3/11)
SRPM3-IM-LG20043	Línea LG-20043-8” (4/11)
SRPM3-IM-LG20043	Línea LG-20043-8” (5/11)
SRPM3-IM-LG20043	Línea LG-20043-8” (6/11)
SRPM3-IM-LG20043	Línea LG-20043-8” (7/11)

SRPM3-IM-LG20043	Línea LG-20043-8" (8/11)
SRPM3-IM-LG20043	Línea LG-20043-8" (9/11)
SRPM3-IM-LG20043	Línea LG-20043-8" (10/11)
SRPM3-IM-LG20043	Línea LG-20043-8" (11/11)
SRPM3-IM-NG10012	Línea NG-10012-20" (1/2)
SRPM3-IM-NG10012	Línea NG-10012-20" (2/2)
SRPM3-IM-NG10013	Línea NG-10013-6" (1/3)
SRPM3-IM-NG10013	Línea NG-10013-6" (2/3)
SRPM3-IM-NG10013	Línea NG-10013-6" (3/3)

- Diagramas mecánicos de procesos (P&IDs):

P227252-SR-FP-0000-0004	Diagrama de flujo proceso.
P227252-SR-FD-0010-0001	Diagrama de tuberías e instrumentos de carga/descarga marina de GNL.
P227252-SR-FD-0010-0002	Diagrama de tuberías e instrumentos brazo de retorno de vapor al/del barco.

- Instalación eléctrica:

P2275252-SR-EP-0052-0002	Distribución de fuerza. Área 10

- Áreas clasificadas:

P227379-SR-FH-0000-0001	Planos de clasificación de áreas peligrosas

- Medios de extinción y protección:

P227252-SR-II-0063-0041	Implantación equipos F&G.
P227252-SR-FD-0063-003	Diagrama de tuberías e instrumentos. Distribución agua contra incendios.
P227252-SR-FD-0063-004	Diagrama de tuberías e instrumentos. Distribución agua contra incendios. Área atraque.

V-P227252-OC-0151-0191	Sistema de protección contra incendios. Extintores en tanker loading área. Implantación.

2. Mediciones in-situ.

El pasado día 18 de mayo de 2017, el equipo redactor del presente proyecto se desplazó a las instalaciones de SAGGAS para analizar la viabilidad de las conexiones y Hot Taps planteados, así como tomar medidas de alzado de las instalaciones en el pantalán.

Durante esta inspección se valoraron diferentes alternativas para la línea de BOG, así como la línea de retornos y se analizaron las ubicaciones óptimas de los soportes a lo largo del trazado de las líneas.

3. Planos incluidos.

En el "*Documento Nº3: Planos*" del presente proyecto, se encuentran los planos que se ha considerado necesario incluir para la adecuación de la instalación, son los siguientes:

1. Diagrama de conducciones e instrumentación.
2. Planta de implantación de tuberías e instrumentación. (Actualización)
3. Planos isométricos de tuberías y soportes.
4. Plano de elementos contra incendios. (Actualización)

ANEJO Nº2

NORMATIVA APLICABLE

Contenido

1. INTRODUCCIÓN. 5

2. LEGISLACIÓN APLICABLE. 5

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CRITERIOS DE DISEÑO DE SAGGAS 7

4. EVALUACIÓN DE PELIGROS. 8

4.1 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LOS RIESGOS. 9
4.2 VALORACIÓN DE LOS RIESGOS. 10
4.2.1 Directivas SEVESO. 10
4.2.2 Probabilidad de ocurrencia. 12

5. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES. 14

6. PREVENCIÓN DE RIESGOS. 15

7. DISEÑO DE LA ZONA DEL MUELLE DE DESCARGA. 15

8. REDES DE TUBERÍAS. 15

9. SOPORTES. 16

10. VÁLVULAS. 16

10.1 VÁLVULAS ESD. 16
10.2 VÁLVULAS DE SEGURIDAD DE SOBREPRESIÓN. 16

11. AISLAMIENTO TÉRMICO. 17

12. SISTEMA ELÉCTRICO. 18

13. RED DE NITRÓGENO. 18

14. RECOGIDA DE DERRAMES. 18

15. EQUIPOS CONTRA INCENDIOS. 19

16. SISTEMAS DE BUNKERING DE GNL. 19

17. SISTEMAS DE CONTROL DE LA SEGURIDAD. 20

18. CORROSIÓN Y PINTURA. 20

19. PRUEBAS Y CERTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS. 20

1. Introducción.

La instalación objeto del proyecto es de pequeña magnitud, no obstante, dada la sensibilidad del entorno, dentro de una planta de regasificación, se ha diseñado la instalación conforme a la normativa más exigente de entre la relativa a pequeñas instalaciones de GNL (principalmente en lo relativo a las precauciones para su manipulación) y las de las grandes plantas de regasificación (en lo relativo a sistemas de monitorización, control y seguridad).

Se deberá realizar un Estudio de conformidad con la Norma *UNE-EN 1473* del proyecto para asegurar la correcta asimilación y cumplimiento de los requisitos establecidos en la misma para este tipo de instalaciones.

2. Legislación aplicable.

Se realizará un análisis pormenorizado a partir de la información facilitada por SAGGAS de la normativa local, autonómica, nacional e internacional que sea aplicable a las distintas fases de la ejecución del proyecto (tramitación, construcción y operación).

Además de alguna legislación de carácter medioambiental relacionada con las emisiones de gases contaminantes surgida a la estela de las normas Organización Marítima Internacional (*MARPOL* Anexo VI) y la *Directiva Europea 2005/33/EC*, en el campo específico del bunkering de GNL la Comisión Europea publicó en octubre de 2014 la *Directiva 2014/94/EU* para impulsar el desarrollo de infraestructura de combustibles alternativos. Por otra parte, se tendrán en cuenta las especificaciones técnicas conformes con las Normas EN aplicables en cada caso.

En general, se tendrá en cuenta toda la normativa existente y en desarrollo de los siguientes organismos:

- Pliego General de Prescripciones Particulares para la Prestación del Servicio Portuario de Bunkering de GNL. Puertos del Estado (realizado por *Almazán Ingenieros S.L.*)
- Organización Marítima Internacional (OMI)
- Estándares ISO.
- Estándares CEN (Europeos).
- Estándares españoles AENOR (en curso de redacción con participación de *Almazán Ingenieros S.L.*)
- Regulaciones terrestres: Unión Europea, National Fire Protection Association (NFPA), Federal Energy Regulatory Commission.
- Regulaciones Nacionales: Norwegian Maritime Directorates.
- Regulaciones propias del país de bandera de los buques.
- Oil Companies International Marine Forum (OCIMF): Directrices para la transferencia de combustible, procedimientos de transferencia Ship-to-Ship, regulaciones en tierra.

- Normativa Portuaria.
- Recomendaciones de Asociaciones: Directrices SIGGTO (Society of International Gas Tanker and Terminal Operators) para la transferencia de GNL, Asociación Española del Gas (SEDIGAS).
- Recomendaciones de sociedades de clasificación: DNV-GL, Lloyd's, Bureau Veritas, etc.

En particular se considerará la repercusión de las siguientes normas relativas al uso del GNL como combustible marino:

- API Recommended Practice 551. Process Measurement.
- API Standard 1104. Welding of Pipelines and Related Facilities.
- API Standard 520. Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices.
- API Standard 521. Pressure-relieving and Depressuring Systems.
- ASME/ANSI B16.5. Pipe Flanges and Flanged Fittings.
- ASME/ANSI B31.3. Process Piping Guide.
- Comisión Internacional de Electrotecnia (IEC)
- Directivas EC (97/98/EC PED, 98/37/EC MD, 89/336/EEC EMCD, 73/23/EEC LVD, 98/92/EC-ATEX), etc.
- ISO 16904. Petroleum and natural gas industries – Design and testing of LNG marine transfer arms for conventional onshore terminals.
- ISO 20519. Ships and marine technology - Specification for bunkering of liquefied natural gas fuelled vessels.
- ISO 5167. Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full.
- ISO/DTS 18683. Guidelines for systems and installations for supply of LNG as fuel to ships.
- NFPA 54. National Fuel Gas Code.
- NFPA 58. Liquefied Petroleum Gas Code.
- NFPA 59A. Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG)
- Normas de Gestión Técnica del Sistema (NGTS), aprobadas y publicadas en la Orden ITC/3126/2005, de 5 de octubre.
- RD 2060/2008. Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- RD 2267/2004. Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- RD 681/2003. Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- RD 840/2015. Medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

- RD 842/2002. Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- UNE-EN 12464:2012. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo.
- UNE-EN 13480:2013. Tuberías metálicas industriales.
- UNE-EN 1473:2017. Instalaciones y equipos para gas natural licuado. Diseño de las instalaciones terrestres.
- UNE-EN 1474:2009. Instalaciones y equipos para gas natural licuado. Diseño y ensayos de sistemas de trasvase marino.
- UNE-EN 1532:1998. Instalaciones y equipos para gas natural licuado. Interfaz entre buque y tierra.
- UNE-EN 1626:2009. Recipientes criogénicos. Válvulas para servicios criogénicos.
- UNE-EN 1991:2007. Eurocódigo 1: Acciones en estructuras.
- UNE-EN 1992:2013. Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón.
- UNE-EN 1993:2013. Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero.
- UNE-EN 1994:2013. Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de acero y hormigón.
- UNE-EN 60079:2016. Atmósferas explosivas.
- UNE-EN ISO 10497:2010. Ensayo de válvulas. Requisitos del ensayo al fuego. (ISO 10497:2010)
- UNE-EN ISO 12241:2010. Aislamiento térmico para equipos de edificación e instalaciones industriales. Método de cálculo. (ISO 12241:2008)
- UNE-EN ISO 15607:2004. Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Reglas generales (ISO 15607:2003)
- UNE-EN ISO 15761:2002. Válvulas de acero de compuerta, de globo y de retención de tamaños DN 100 y menores, para las industrias del petróleo y del gas natural. (ISO 15761:2002)
- UNE-EN ISO 16903:2016. Industrias del petróleo y del gas natural. Características del GNL que influyen en el diseño y en la selección de los materiales. (ISO 16903:2015)
- UNE-EN ISO 28460:2011. Industrias del petróleo y del gas natural. Instalaciones y equipamiento para gas natural licuado. Interfaz tierra-navío y operaciones portuarias. (ISO 28460:2010)
- UNE-EN ISO 9606:2014. Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión.

3. Especificaciones técnicas y criterios de diseño de SAGGAS

Los códigos y normas listados a continuación, constituyen los documentos básicos de obligado cumplimiento que definen los requisitos mínimos que han de reunir el diseño, cálculo e instalación de los elementos necesarios para el desarrollo del presente proyecto.

P227379-SRPI1-SP-0002 Especificaciones material de tuberías

P227379-SRPI1-CD-0001	Bases de diseño de proceso
P227358-SRPI1-SP-0001	Especificación aislamiento térmico baja temperatura de tuberías y equipos
P227252-SRPM3-NT-0001	Notas generales de soportes
P227379-SRPM3-LT-0002	Índice de soportes estándar y colección de soportes estándar

4. Evaluación de peligros.

En las plantas de GNL que hayan sufrido una modificación o variación importante, la norma *UNE-EN 1473:2017. Instalaciones y equipos para gas natural licuado. Diseño de las instalaciones terrestres*, recomienda la realización de una nueva evaluación de peligros.

De acuerdo con la *ISO/DTS 18683. Guidelines for systems and installations for supply of LNG as fuel to ships*, se debe realizar el proceso reflejado en el esquema mostrado a continuación para el análisis cualitativo de riesgos para las instalaciones relacionadas con el bunkering de GNL.

Dada la naturaleza de la actuación del presente proyecto, en el que se diseña un nuevo punto de carga/descarga de GNL para la terminal, con hot-taps en las conducciones principales de la terminal y ubicado en un punto delicado como es el pantalán, puede considerarse como una modificación o variación importante de las instalaciones, pese a que los volúmenes a manipular son pequeños (5%) respecto a los de operación normal de la planta. Por lo tanto es preceptiva la realización del estudio de peligros.

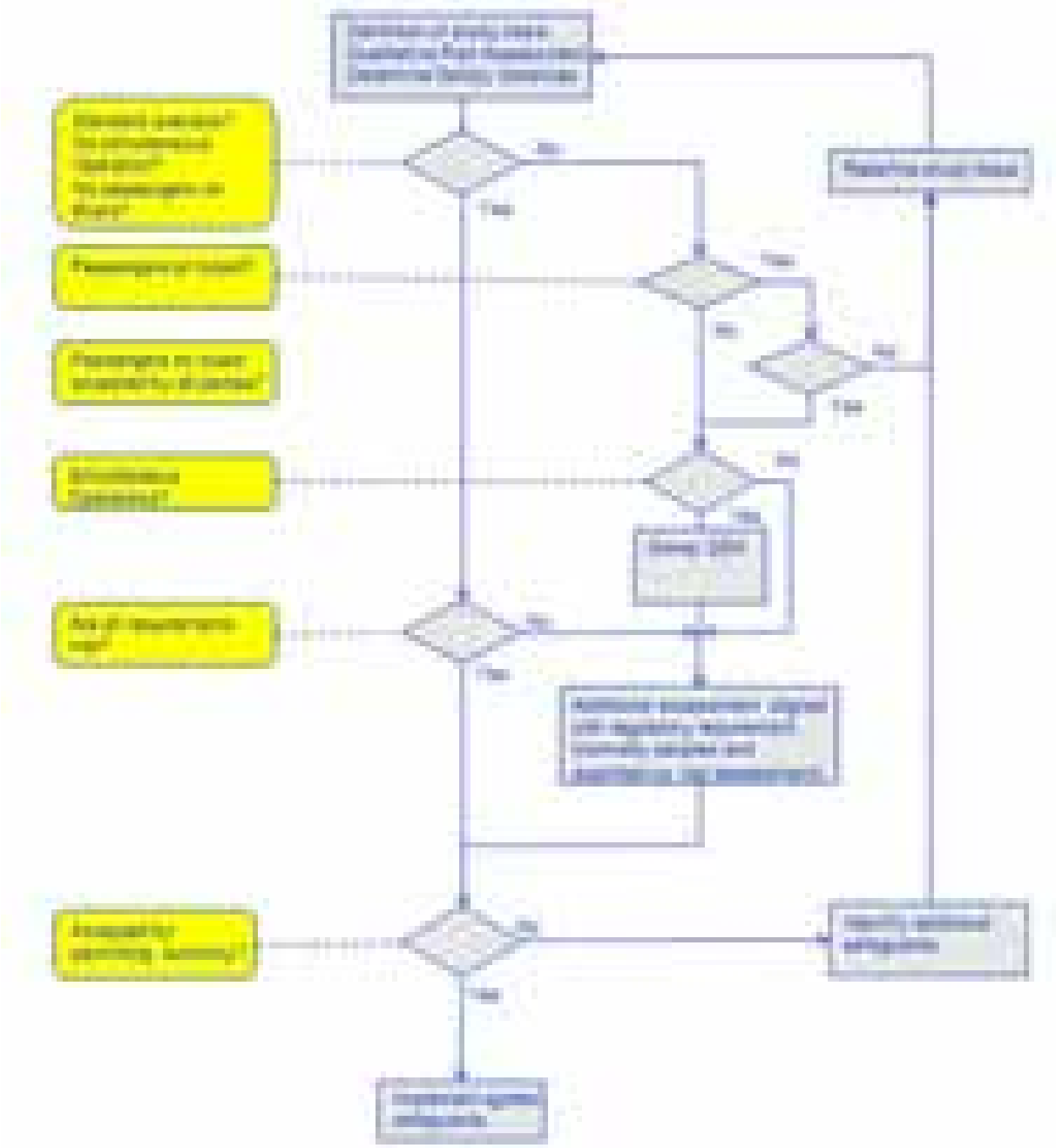


Imagen 4.1 Esquema de proceso para el análisis cualitativo de riegos

4.1 Análisis cuantitativo de los riesgos.

No existe consenso en torno a la determinación del alcance de los hipotéticos daños ni las medidas de seguridad a adoptar, si bien pueden seguir las recomendaciones del *"Pliego General de Prescripciones Particulares para la Prestación del Servicio Portuario de Bunkering de GNL"* de Puertos del Estado y adicionalmente determinarse unas distancias de seguridad

basadas en análisis cuantitativos del riesgo y los criterios de riesgos de accidentes establecidos por la *Directiva 2012/18/UE – SEVESO III. Control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas*. Las terminales y estaciones de suministro con capacidad de más de 50 toneladas (> 110 m^3) de GNL están reguladas por la directiva SEVESO, sin embargo se aplica de forma diferente según los países.

En la actualidad existe un grupo de trabajo de la ISO que está preparando recomendaciones al respecto, el WG10 del TC67 (Technical Committee).

Para la determinación cuantitativa de los riesgos se deberá realizar un árbol de fallos de tal manera que permita conocer la probabilidad del fallo objeto de estudio, basada en la combinación de probabilidades de fallo de los sucesos básicos que lo pueden desencadenar.

Una vez determinada esta probabilidad se deberá cuantificar el impacto del fallo. Para el caso de explosión de nubes de gas se deberán emplear modelos matemáticos que teniendo en cuenta parámetros como por ejemplo la velocidad y dirección del viento, establezcan los perímetros de seguridad a adoptar.

4.2 Valoración de los riesgos.

4.2.1 Directivas SEVESO.

El objetivo de las Directivas SEVESO es garantizar un alto nivel de protección en toda la Unión Europea, obligando a identificar las zonas industriales con riesgos y adoptar las medidas apropiadas para prevenir los accidentes graves en los que estén implicadas sustancias peligrosas, como es el caso del GNL.

El 24 de julio de 2012 se publicó en el Diario Oficial de la Unión Europea la *DIRECTIVA 2012/18/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 4 de julio de 2012 relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas y por la que se modifica y ulteriormente deroga la Directiva 96/82/CE*, también conocida como SEVESO III. El *RD 840/2015. Medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas* es la norma nacional que incorpora a nuestro ordenamiento jurídico la *Directiva 2012/18/UE*.

Esta directiva sustituye a la *Directiva 96/82/CE – SEVESO II*. Las principales modificaciones de la Directiva SEVESO III con respecto a la SEVESO II son:

a) Se adapta a los cambios establecidos en el sistema de clasificación de sustancias y productos químicos del Reglamento 1272/2008 (Reglamento CLP sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas).

b) Incluye nuevas sustancias y actividades.

c) Instaura un programa de inspecciones in situ a los establecimientos afectados: de carácter anual en establecimientos con mayor riesgo en caso de accidente (umbral superior) y cada tres años para el resto (umbral inferior).

d) Aumenta y mejora la participación e información al ciudadano sobre las instalaciones afectadas por dicha Directiva *SEVESO* III.

Los riesgos en caso de accidente pueden determinarse desde dos puntos de vista:

- Pérdidas humanas.
- Población afectada en caso de una catástrofe.

Dadas las características del GNL y de las instalaciones portuarias, resulta más adecuado el empleo del primer criterio, de acuerdo con el cual el nivel de riesgo máximo aceptable para el caso de pérdida de vidas humanas es el siguiente (IRC – Iso Risk Contour):

- Instalación aislada: $R = 10^{-5}/y$
- Instalación en el entorno de un área residencial: $R = 10^{-6}/y$
- Instalación en el entorno de un área con asentamientos vulnerables (hospitales, colegios, etc.): $R = 10^{-7}/y$

El esquema a seguir para el análisis **cuantitativo** del riesgo puede ser el siguiente.

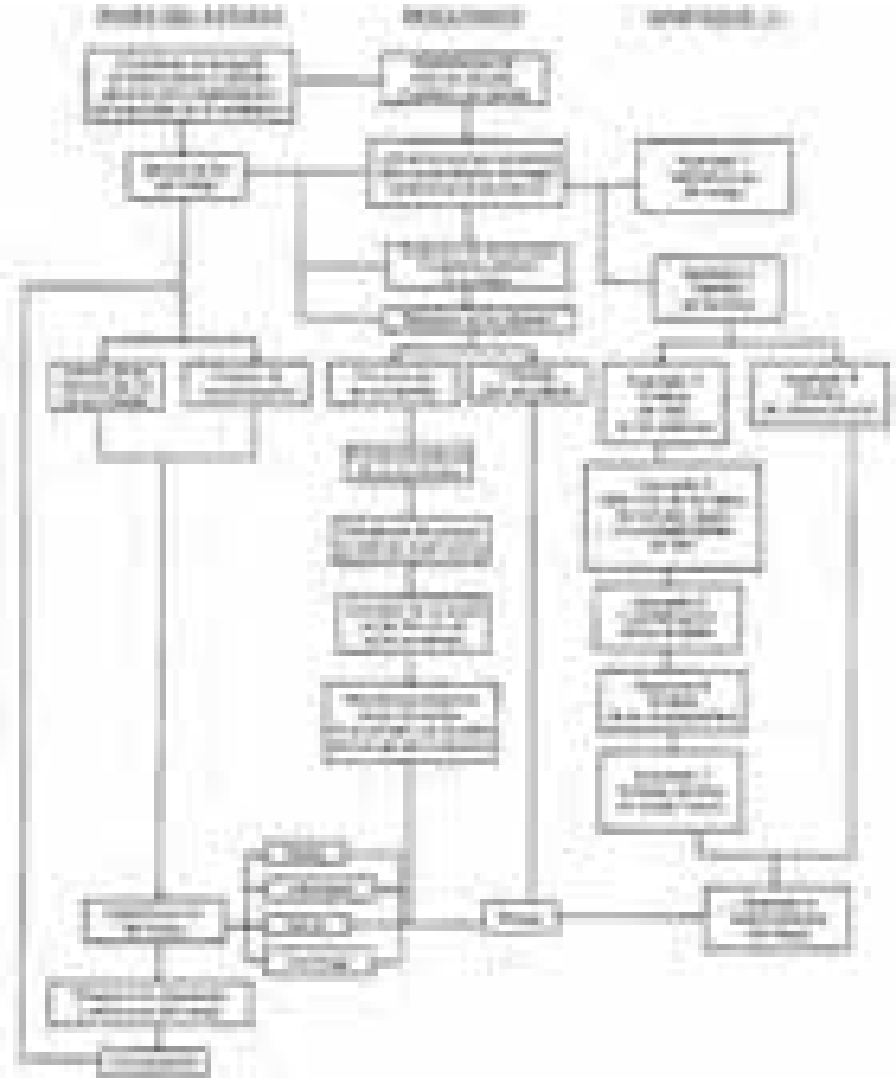


Imagen 4.21 Esquema de proceso para el análisis cuantitativo de riegos

4.2.2 Probabilidad de ocurrencia.

Los tipos de fallo genéricos en instalaciones de almacenaje, transferencia y distribución de GNL, así como la frecuencia de ocurrencia de los mismos pueden tomarse como referencia del *"Handbook Failure Frequencies 2009"* (Grupo 0 – Baja reactividad), y son, para cada tipo de instalación, los siguientes:

Tabla 4.1 Tipos de fallo genérico

Para el caso de la prestación del servicio de suministro de GNL a buques en SAGGAS, el prestador del servicio, en caso de ser diferente a SAGGAS, deberá presentar un estudio cualitativo y cuantitativo de estos riesgos, particularizado a su operativa, como requisito previo para obtener la autorización para operar en sus instalaciones.

El operador deberá llevar a cabo esta evaluación de peligros mediante la siguiente metodología probabilística, de acuerdo con lo establecido en la norma *UNE-EN 1473*:

- Identificación de los posibles peligros. (*Tabla L.1 – UNE-EN 1473*)
- Determinación de las consecuencias de cada peligro. (*Tabla K.1 – UNE-EN 1473*)
- Acumulación de frecuencias de los peligros. (*Tabla J.1 – UNE-EN 1473*)

5. Aspectos medioambientales.

Se realizará un análisis pormenorizado de la legislación local, autonómica, nacional e internacional que rigen la evaluación de impacto ambiental para el presente proyecto.

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, establece en su artículo 7.1 y 7.2 los proyectos que deben ser objeto de una evaluación de impacto ambiental o una evaluación ambiental simplificada respectivamente.

Con respecto a la ejecución de las obras, el adjudicatario deberá definir las acciones medioambientales que se desarrollarán, al menos, relativas a la gestión de residuos.

6. Prevención de riesgos.

Se tendrá en cuenta la conformidad de las infraestructuras y de los equipos con las normas de prevención de riesgos (*Directiva SEVESO III*) y las posibles limitaciones que pudieran poner de manifiesto las evaluaciones de riesgos, de impacto ambiental y las informaciones públicas.

El proyecto tendrá en cuenta igualmente el *RD 681/2003. Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.*

Se dispondrá de la información de los Planes de Emergencia y Actuación, tanto internos como externos, según normativa vigente:

- Código Internacional para la protección de los buques y de las instalaciones portuarias (*Código ISPS*)
- Normativa de accidentes mayores (*RD 840/2015. Medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.*)

7. Diseño de la zona del muelle de descarga.

Se deberán tener en cuenta las disposiciones descritas en la Norma *UNE-EN ISO 28460:2011. Industrias del petróleo y del gas natural. Instalaciones y equipamiento para gas natural licuado. Interfaz tierra-navío y operaciones portuarias. (ISO 28460:2010)*, relativas a las operaciones de carga y descarga.

El muelle deberá contar con un panel para el operador con sistemas de comunicación con la planta, equipada con sistemas de parada de emergencia. El panel debería conectar también con el buque, pero este aspecto queda pendiente de la conclusión del proyecto del buque y su método de transferencia de GNL.

Se dispondrá de sistemas de detección de fugas, humo y llamas en caso de que se produzca un incendio.

8. Redes de tuberías.

Partiendo de la base de las “Especificaciones material de tubería” de SAGGAS (P227379-SRPI1-SP-0002) para las tuberías tipo 1R0JL se realiza el cálculo para comprobar el espesor propuesto mediante el cumplimiento de la *UNE-EN 13480. Tuberías metálicas industriales.*

En el *Anejo Nº4: Cálculos y diseño* del presente proyecto, se desarrolla la metodología empleada para realizar dichos cálculos, así como los criterios que deben cumplir las tuberías y elementos que se emplearán en la construcción de la red de tuberías.

9. Soportes.

Siguiendo la filosofía de las instalaciones existentes, se deberá cumplir con los requisitos mínimos recogidos en los documentos *"Notas Generales de Soportes (P227252-SRPM3-NT-001)"* e *"Índice de soportes estándar y colección de soportes estándar (P227379-SRPM3-LT-0002)"* de SAGGAS.

Los soportes de las tuberías deberán permitir los movimientos de las tuberías debidos a la retracción de los materiales, sin sobrepasar las tensiones admisibles en las mismas.

10. Válvulas.

Deberán estar diseñadas, fabricadas y ensayadas de acuerdo con la norma *UNE-EN 12567:2001. Válvulas industriales. Válvulas de seccionamiento para GNL. Especificación de conformidad y ensayos de verificación adecuados*. Además, las válvulas criogénicas deben estar diseñadas para funcionar con presencia de hielo.

Deberán cumplir la Normativa *UNE-EN ISO 10497:2010. Ensayo de válvulas. Requisitos del ensayo al fuego. (ISO 10497:2010)*, respecto a la resistencia al fuego.

10.1 Válvulas ESD.

Según lo establecido en la Norma *UNE-EN 1473*, las válvulas ESD deberán instalarse lo más cerca posible de los equipos. Este tipo de válvula no debe, en general, formar parte del sistema de control. Deben ser de seguridad positiva con actuadores neumáticos o hidráulicos.

El tiempo de cierre debe estar calculado en función de la evaluación de peligros.

10.2 Válvulas de seguridad de sobrepresión.

Según lo establecido en la Norma *UNE-EN 1473*, las válvulas de seguridad deben estar instaladas para proteger los equipos, tuberías y los flexibles contra cualquier sobrepresión resultante de una aportación de calor al GNL, en espacios cerrados.

Principalmente se instalarán:

- Dentro de los límites de las plantas de procesos en cualquier tramo de tubería o equipo que contenga líquido.

- En las zonas de almacenamiento, de carga y descarga, y en cualquier tramo de tubería o equipos que puedan quedar aislados (en especial todos los tramos de tubería comprendidos entre dos válvulas en las que exista el riesgo de que quede encerrado GNL o gas frío).

Las descargas de las válvulas de seguridad, se tratará en todo lo posible, dirigirlas hacia el sistema de antorcha o purgadores, o hacia depósitos de almacenamiento, reduciendo al máximo el escape hacia la atmosfera. En el caso de no ser posible se deberán dirigir hacia un emplazamiento seguro que esté definido en la evaluación de riesgos.

Cuando las válvulas de seguridad puedan quedarse aisladas de los equipos y/o del sistema que protegen, se garantizará el correcto funcionamiento del sistema mediante una filosofía de enclavamientos de las válvulas supervisados en todo momento por un responsable de seguridad, de acuerdo con la Norma *UNE-EN 1473*.

Deberán instalarse generalmente sin aislamiento térmico.

11. Aislamiento térmico.

El aislante térmico se deberá dimensionar conforme a la norma *UNE-EN ISO 12241:2010. Aislamiento térmico para equipos de edificación e instalaciones industriales. Método de cálculo. (ISO 12241:2008).*

Se deberán utilizar materiales bajos en contenido de cloruro en las canalizaciones de acero inoxidable para evitar la corrosión.

Los principales motivos para el aislamiento de tuberías son:

- Reducir el consumo de energía.
- Asegurar una protección contra la condensación y heladas.
- Proteger a los empleados.

Principalmente el aislamiento para las tuberías criogénicas consistirá:

- En un material aislante.
- Una barrera de vapor para evitar la entrada de humedad que pueda congelarse. A no ser que el propio material aislante sea impermeable al vapor de agua.
- Una protección mecánica contra la intemperie que además proporcione una resistencia al fuego.

El valor de la conductividad térmica seguirá la Norma *UNE-EN ISO 10456:2012. Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrotérmicas. Valores tabulados de diseño y procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño. (ISO 10456:2007).*

Siguiendo la filosofía de las instalaciones existentes, para el aislamiento térmico se seguirán las prescripciones de la especificación sobre aislamiento de tuberías de SAGGAS, según documento *"Especificaciones aislamiento térmico baja temperatura de tuberías y equipos (P227358-SRPI1-SP-0001)"*.

12. Sistema eléctrico.

Los equipos eléctricos deberán certificarse conforme las normas de la serie *UNE-EN 60079:2016* y *IEC 60079*, relativa a atmósferas explosivas.

El circuito de puesta a tierra debe tener en cuenta la norma *IEC 60364:2011. Instalaciones eléctricas de baja tensión*, y será conveniente que los elementos metálicos dispongan de protección catódica, aunque no estén sumergidos o enterrados.

13. Red de nitrógeno.

La red de nitrógeno deberá respetar las recomendaciones establecidas en la norma *UNE-EN ISO 16903:2016. Industrias del petróleo y del gas natural. Características del GNL que influyen en el diseño y en la selección de los materiales. (ISO 16903:2015)*, relativas a instalaciones y equipos para gas natural licuado.

14. Recogida de derrames.

El diseño de los cubetos de retención debe ser tal que los fluidos inflamables (GNL) no puedan comunicar con el sistema de drenaje del agua superficial. Para el cálculo de la altura definitiva de la bandeja será necesario dimensionarla al 110 % de la altura definida por el derrame (*UNE-EN 1473*).

Se deberán suministrar dispositivos de detección de vertido y medios para controlar el índice de evaporación.

Los canales y cubetos de retención se pueden recubrir con una capa aislante, para limitar la evaporación (*UNE-EN 12066*) y estarán comunicados por un canal abierto.

Para el cálculo de la capacidad de retención del cubeto se tendrá en cuenta las posibles fuentes de fugas en las interconexiones (válvulas, equipos o instrumentos), los caudales unitarios y los tiempos de respuesta.

15. Equipos contra incendios.

En general seguirán las indicaciones de la norma *UNE-EN 12065:1998. Instalaciones y equipos para gas natural licuado. Ensayo de concentrados de espuma destinados a generar espuma de media y alta expansión así como de polvos extintores utilizados en incendios de gas natural licuado*. Se recomienda lo siguiente:

- Cortinas de agua: el caudal recomendado es de 70 l/min/m.
- Polvo seco: se deberán ubicar los sistemas basados en polvo seco lo más cerca posible de las válvulas ESD, tuberías de descarga de las válvulas, bombas y zonas de carga y descarga de GNL.

16. Sistemas de bunkering de GNL.

Los sistemas de transmisión de GNL para las operaciones de bunkering, en general, seguirán las indicaciones de las Normas *ISO/TS 18683:2015. Guidelines for systems and installations for supply of LNG as fuel to ships* e *ISO 20519:201. Ships and marine technology – Specification for bunkering of liquefied natural gas fuelled vessels*, donde se recomienda lo siguiente:

- El sistema de transferencia deberá estar equipado con un ERS (Emergency Release System) o un dispositivo de protección similar. Estos deben estar diseñados para evitar daños a los componentes, generación de chispas y una liberación mínima de GNL, si están activados.

- Todo el equipo de transferencia deberá ser adecuadamente soportado durante las operaciones de transferencia para que se realice con seguridad bajo los parámetros de operación. Se utilizarán, en caso de ser necesario, brazos de carga y/o soportes para las mangueras. Si se utilizan, deberán ser conformes a las normas *ISO 16904:2016. Petroleum and natural gas industries – Design and testing of LNG marine transfer arms for conventional onshore terminals* o *UNE-EN 1474-3:2009. Instalaciones y equipos para gas natural licuado. Diseño y ensayos de sistemas de trasvase marino. Parte 3: Sistemas de trasvase marino*.

- Se deberá instalar un sistema de detención de caídas (cable, eslinga u otro) de un diseño adecuado para soportar el sistema de transferencia.

- Con el objeto de eliminar cualquier riesgo potencial de chispa o descarga eléctrica en el sistema de combustible, se recomienda la instalación de una junta dieléctrica, de manera que se cumplan los requisitos aplicables de la Guía de Seguridad ISGOTT, 5ª Edición.

17. Sistemas de control de la seguridad.

Todos los ESD se deben accionar mediante el sistema de control de la seguridad de forma automática mediante los sistemas de detección de incendios y de gas, con activación complementaria desde el panel central o estación local ESD. El módulo de tratamiento de señales ESD debe ser SIL 3 o superior.

La norma *UNE-EN 1473* dice lo siguiente:

> *"Puesto que las funciones de la seguridad están diseñadas para realizar una determinada reducción de los riesgos, se les deben asignar los niveles de integridad de seguridad correspondientes.*
>
> *El sistema de control de seguridad debe estar diseñado y operado de acuerdo con los requisitos de la Norma EN 61508-1.*
>
> *Los requisitos SIL se deben estudiar y evaluar para ser coherentes con el nivel de seguridad requerido en la planta.*
>
> *El módulo de tratamiento de las señales ESD debe ser SIL 3 o superior."*

Por tanto, el sistema debe estar diseñado y operado teniendo en cuenta los requisitos de la norma UNE-EN 61508. Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos programables relacionados con la seguridad.

18. Corrosión y pintura.

La preparación de las superficies para pintura se realizará conforme a la norma *UNE-EN ISO 12944. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores.*

19. Pruebas y certificación de los equipos.

Se realizarán las pruebas de presión establecidas en la *UNE-EN 1473* y en la *Directiva PED* (Directiva de equipos a presión, 1997) para la sustitución de pruebas de presión hidráulica.

ANEJO Nº3

INGENIERÍA DE PROCESOS

Contenido

1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DISEÑADA. 5

1.1 LÍNEA PRINCIPAL DE CARGA DE GNL. 5
1.2 LÍNEA RETORNO DE GN. 7
1.3 LÍNEA DE RECIRCULACIÓN DE GNL. 8
1.4 COLECTORES DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD. 8
1.5 CONEXIONES DE NITRÓGENO. 9
1.6 SISTEMAS DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN. 9

2. DIAGRAMA DE CONDUCCIONES E INSTRUMENTACIÓN. 11

3. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS. 13

3.1 VÁLVULAS. 13
3.2 CAUDALÍMETRO. 26

1. Descripción de la instalación diseñada.

La instalación objeto del proyecto comprende desde la conexión con los colectores de GNL y de retorno de gas de la instalación que une los brazos de descarga de metaneros con la Planta de Regasificación hasta los sistemas de bunkering, que permiten la transferencia de combustible al propio buque. También se contempla la parte de control, así como las conexiones con el sistema de parada segura ESD de la terminal.

La instalación comprenden principalmente líneas de instalación independientes: línea de carga de GNL de buques, línea de retorno de gas del buque y línea de recirculación para enfriamiento de la tubería principal de carga.

1.1 Línea principal de carga de GNL.

La línea principal de carga de GNL conecta al colector de 36" que une los tres brazos de carga del metanero con los depósitos de GNL de la planta. En esta línea se conecta a la línea de recirculación de GNL para el enfriamiento, de 8" y se pretende aprovechar la bomba del sistema de circulación, con un caudal máximo de 771 m^3/h para realizar la carga de los buques. Esta circulación es posible mediante las bombas dispuestas en la terminal de carga y que no son objeto de este proyecto.

De la línea de 36" (LG-1004-36") se saca una derivación mediante la conexión de un HOT TAP de 8". Para poder realizar la conexión es necesaria la instalación de una válvula de bola, de paso total, que permita realizar la maniobra y el montaje de la maquinaria necesaria para la realización del HOT TAP. Esta válvula permanecerá siempre abierta, ya que su uso es exclusivo para la ejecución de los trabajos de perforación.

La línea de GNL de carga de buques se ha calculado para un diámetro de 8" siguiendo el documento "*Bases de diseño de proceso*" (P227379-SRPI1-CD-0001) facilitado por SAGGAS, donde el criterio más restrictivo es la velocidad máxima en las tuberías de 6,1 m/s, cuyos cálculos vienen detallados en el *Anejo Nº 4: Cálculos y diseño*.

En esta línea se han dispuesto diferentes equipos para el correcto funcionamiento de la operación y para poder operar de forma segura. Se dispone de los siguientes elementos principales (véase Diagrama P&ID):

- *Válvula XV 001*:

  Válvula de bola con actuador neumático normalmente cerrado conectada al sistema ESD de la instalación. Permite el corte de suministro de GNL en caso de fugas o mal funcionamiento de la operación de carga.

La válvula XV 001 se instala pensando en la protección de los equipos (contador, válvula de regulación de caudal, anti-retorno) dispuestos a lo largo de la línea de carga (la Norma *UNE-EN 1473*, indica que las válvulas ESD se instalarán lo más cerca posible de los equipos).

- *Caudalímetro másico de Coriolis*:

  Permitirá conocer el caudal que se suministra así como la cantidad de GNL entregado. Se propone este tipo de contador por su alta precisión y fiabilidad para fluidos tanto líquidos como gaseosos. Será empleado como contador fiscal.

- *Válvula FV 001*:

  Se trata de una válvula de globo con actuador neumático y regulador de posición. Permite adecuar el caudal de suministro de GNL a las necesidades de la instalación y al receptor de carga. Esta válvula estará conectada al DCS.

- *Válvula SP 001*:

  Es una válvula de anti-retorno. Evita que el GNL pueda circular en sentido inverso durante las operaciones de carga de buques. Esté elemento dispondrá de un mecanismo para desbloquear la válvula anti-retorno, y permitir el sentido del flujo en sentido contrario, por si alguna vez es necesaria la descarga de GNL de un buque. Adicionalmente se dispone de un by-pass de 3" por si hubiera fallo del sistema de bloqueo.

- *Conexión de manguera*:

  Mediante una válvula de bola manual, se podrá conectar una manguera de carga.

- *Válvulas de seguridad* :

  Se instalarán tres válvulas TSV (001, 002 y 003) a lo largo de la línea de carga, dispuestas entre válvulas para evitar el aumento de presión de la tubería en el caso de quedar GNL retenido entre válvulas de cierre. Estas válvulas se dispararán en el momento que se alcance la presión máxima de 18,9 bares, y conducirán el fluido hacia el colector de válvulas de seguridad que se describe más adelante.

- *By-pass*:

  Los by-pass sirven para realizar el enfriamiento de la línea. Se instalará un total de tres by-pass en la línea de carga de GNL:

  - By-pass de 1" con válvula de bola y purgas de 1", colocado en la válvula XV 001.

- By-pass de 1” con válvula de bola y purgas de 1”, colocado en la válvula FV 001.
- By-pass de 3” con válvula de bola y purgas de 1”, colocado en la válvula anti-retorno (SP 001). Se instala para cubrir el posible fallo del sistema de desbloqueo del mecanismo anti-retorno, permitiendo de esa forma que el GNL fluya por la válvula del by-pass.

- *Conexión de Nitrógeno*:

  Se dejarán preparadas dos conexiones de Nitrógeno (NI-50010 y NI-50011) en la línea de carga de GNL. El Nitrógeno se emplea para la purga de las conducciones y se conectará con la instalación para purgar las tuberías existentes.

1.2 Línea retorno de GN.

La línea de retorno de GN se conecta al colector del brazo de fase gas del metanero en la línea (NG-10012-20”), previo al depósito 10-V-01. Está línea permitirá el vaciado del gas de los depósitos del buque durante la operación de descarga, para permitir cargar el GNL sin aumento de presión. La conexión se realizará mediante un HOT TAP de 6”. Para poder realizar la conexión es necesaria la instalación de una válvula de bola, de paso total, que permita realizar la maniobra y el montaje de la maquinaria necesaria para la realización del HOT TAP. Esta válvula permanecerá siempre abierta, ya que su uso es exclusivo para la realización de los trabajos.

La línea de retorno del gas del buque se ha dimensionado con un diámetro de 6”, siguiendo el documento “*Bases de diseño de proceso*” (P227379-SRPI1-CD-0001) facilitado por SAGGAS, donde el criterio más restrictivo es $\Delta P = 0{,}6\%$ y/o $\Delta P = 0{,}565 bar/100m$, cuyos cálculos vienen detallados en el *Anejo Nº 4: Cálculos y diseño*.

En esta línea se han dispuesto diferentes equipos para el correcto funcionamiento de la operación y para poder operar de forma segura. Se dispone de los siguientes elementos principales (véase Diagrama P&ID):

- *Válvula XV 002*:

  Válvula de bola con actuador neumático normalmente cerrado, conectada al sistema ESD de la instalación. Permite el corte de GN en caso de fugas o mal funcionamiento de la operación de carga.

- *Caudalímetro másico de Coriolis*:

  Permitirá conocer el caudal que se extrae así como la cantidad de GN recibido. Se propone este tipo de contador por su alta precisión y fiabilidad para fluidos tanto líquidos como gaseosos. Será empleado como contador fiscal.

- *Conexión de manguera*:

  Se realizará mediante una válvula de bola manual.

- *Válvulas de seguridad*:

  Se instalarán dos válvulas PSV (001 y 002), dispuestas entre válvulas para evitar el aumento de presión de la tubería en el caso de quedar GNL frío retenido entre válvulas de cierre.

- *Conexión de Nitrógeno*:

  Se dejarán preparadas dos conexiones de Nitrógeno (NI-50012 y NI-50013) en la línea de retorno de gas. El Nitrógeno se emplea para la purga de las conducciones y se conectará con la instalación para purga de los brazos de carga y tuberías existentes.

1.3 Línea de recirculación de GNL.

La línea de carga de GNL se conecta al colector de descarga de metaneros (LG-10004-36") tal y como se describe en el apartado 1.1, la cual está conectada con la línea de recirculación de GNL (LG-20043-8") para enfriamiento de las tuberías de descarga.

Está línea permitirá recircular una parte de caudal de GNL por las tuberías de carga, para enfriarlas previo a los trabajos de carga de buques. Para permitir la recirculación se conecta la línea de carga de buques (LG-50001-8") con la línea de retorno de gas (NG-50007-4"), mediante la línea (LG-50006-1"). Se instalará una válvula de bola manual para cerrar el paso entre líneas cuando no se esté enfriando. Esta operación es manual.

La línea de conexión entre la línea de carga y de retorno de gas se ha dimensionado con un diámetro de 1". En esta línea se han dispuesto diferentes equipos para el correcto funcionamiento de la operación y para poder operar de forma segura. Se dispone de los siguientes elementos principales:

- *Válvula de bola*

  Válvula de bola con accionamiento manual. Permite la recirculación para el enfriamiento de las tuberías. Durante la operación de carga de buques estará cerrada.

1.4 Colectores de válvulas de seguridad.

Las TSV se conectarán a un colector común de 2" (NG-50002-2") que descargará a la línea de retorno de GN del buque (NG-50007-6"). Previo a la conexión con esta línea se dispone de un transmisor de temperatura para conocer si las TSV se han activado.

Por su parte, las PSV se conectarán a un colector común que descargará a la línea de retorno de las purgas y válvulas de seguridad de la zona de la descarga de metaneros (NG-10013-6"). La conexión se realizará mediante un HOT-TAP de 2". Para poder realizar la conexión es necesario la instalación de una válvula de bola, de paso total, que permita realizar la maniobra y el montaje de la maquinaría necesaria para la realización del HOT TAP. Esta válvula permanecerá siempre abierta, ya que su uso es exclusivo para la realización de los trabajos. Además dispondrá de un sistema de bloqueo con candado en posición abierta, ya que los colectores de las válvulas de seguridad de la línea de GN van a conectar a esta línea y hay que asegurar su paso hacia la terminal para su reaprovechamiento o quemado en antorcha.

1.5 Conexiones de Nitrógeno.

Se realizarán un total de cuatro conexiones de Nitrógeno, tal y como está recogido en el Diagrama mecánico de las conducciones.

El aporte de Nitrógeno de la línea de carga NI 50011 se realizará lo más alejado posible del punto de conexión con las mangueras del buque.

La red de nitrógeno se instalará de acuerdo con lo establecido en la Norma *UNE-EN 1473*.

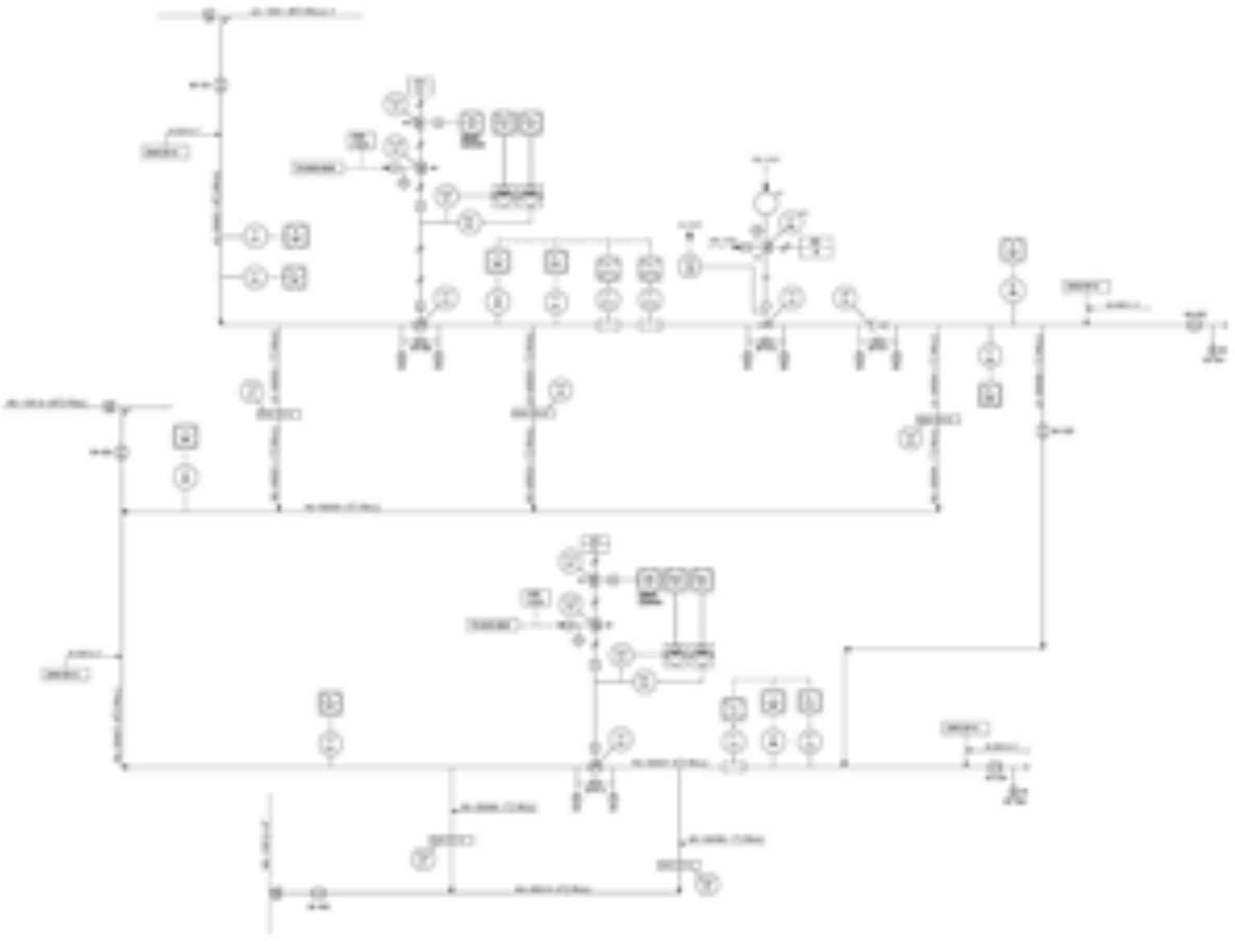
1.6 Sistemas de control e instrumentación.

El sistema de control e instrumentación permitirá controlar el proceso de descarga desde el DCS de la instalación.

Todas las señales se llevarán a las cajas existentes instaladas en el pantalán. En el caso de faltar pares libres se instalarán nuevas cajas y se cablearán hasta el DCS.

También se instalarán señales para el control del sistema ESD y F&G, y llevará incorporado un pulsador de emergencia para detener la maniobra de forma local (Ver *Anejo Nº 5: Sistemas de control, monitorización y medición*).

2. Diagrama de conducciones e instrumentación.



En el diagrama adjunto se representan las líneas resultantes de:

- Suministro de GNL
- Recirculación de GNL
- Retorno de BOG
- Colectores de TSVs y PSVs

Para más detalle ver el documento:

III. PLANOS

- Diagrama de conducciones e instrumentos.

3. Especificaciones de los equipos.

3.1 Válvulas.

Se especifican a continuación las características de las válvulas a instalar en el proceso.

HOJA DE DATOS DE VÁLVULAS	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	VB-001
REFERENCIA DEL TIPO DE TUBERÍA	1R0JL
PRESIÓN DE DISEÑO DE LA LÍNEA	18,9 Bares
TEMPERATURA DE DISEÑO DE LA LÍNEA	- 196°C a 94°C
DIÁMETRO	8 X 6”
PRESIÓN DE DISEÑO VÁLVULA	CLASS 150 LBS
TIPO DE VÁLVULA	VAL VE, BALL, FLGD RF, ASME 816.34, ASME CL 150, SS, FIRESAFE TRIM, LVR HDL OPR, BS-EN-10204: 3.18, FLOAT BALL TYPE, RED PORT, EXTENDED BONNET, BLOW OUT PROOF STEM, CAVITY VENT TO HP SIDE, SS (TP316) BODY ASTM A351 GR CF8M, TP316 SS STEM, TP316 SS BALL, TFE SEATS, GRAFOIL PKG, CRYO SERVICE
ESPECIFICACIÓN SAGGAS	VBCAUAAI1LB002
TIPO DE ACCIONAMIENTO	MANUAL CON REDUCTOR
CONEXIONES	BRIDAS 8” CLASE 150 LB. ASME B.16.5
NORMATIVA DISEÑO	API 6D QSL 1 & API598 + BS 6364
MATERIALES PRINCIPALES	
BODY	A351 GR. CF8M
TRIM	SW316 + Graphite + PCTFE
Notas:	

HOJA DE DATOS DE VÁLVULAS	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	VB-002
REFERENCIA DEL TIPO DE TUBERÍA	1R0JL
PRESIÓN DE DISEÑO DE LA LÍNEA	18,9 Bares
TEMPERATURA DE DISEÑO DE LA LÍNEA	- 196°C a 94°C
DIÁMETRO	8 X 6”
PRESIÓN DE DISEÑO VÁLVULA	CLASS 150 LBS
TIPO DE VÁLVULA	VAL VE, BALL, FLGD RF, ASME 816.34, ASME CL 150, SS, FIRESAFE TRIM, LVR HDL OPR, BS-EN-10204: 3.18, FLOAT BALL TYPE, RED PORT, EXTENDED BONNET, BLOW OUT PROOF STEM, CAVITY VENT TO HP SIDE, SS (TP316) BODY ASTM A351 GR CF8M, TP316 SS STEM, TP316 SS BALL, TFE SEATS, GRAFOIL PKG, CRYO SERVICE
ESPECIFICACIONES SAGGAS	VBCAUAAI1LB002
TIPO DE ACCIONAMIENTO	MANUAL CON REDUCTOR
CONEXIONES	BW + NIPPLES 8”
NORMATIVA DISEÑO	API 6D QSL 1 & API598 + BS 6364
MATERIALES PRINCIPALES	
BODY	A351 GR. CF8M
TRIM	SW316 + Graphite + PCTFE
Notas:	

HOJA DE DATOS DE VÁLVULAS	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	VB-003; VB-007; VB-008; VB-009; VB-010; VB-012
REFERENCIA DEL TIPO DE TUBERÍA	1R0JL
PRESIÓN DE DISEÑO DE LA LÍNEA	18,9 Bares
TEMPERATURA DE DISEÑO DE LA LÍNEA	- 196°C a 94°C
DIÁMETRO	1 x ¾”
PRESIÓN DE DISEÑO VÁLVULA	CLASS 150 LBS
TIPO DE VÁLVULA	VALVE, BALL, SW + P8E NIPPS (SCH TO MATCH PIPE) 400MM LNG TOT, API CL 800, SS, FIRESAFE TRIM, LVR HDL OPR, BS-EN-10204: 3.18, FLOAT BALL TYPE, FULL PORT. EXTENDED BONNET, BLOW OUT PROOF STEM, CAVITY VENT TO HP SIDE, SS BODY ASTM A 182 GR F316L, TP316 SS STEM, TP316 SS BALL, TFE SEATS, GRAFOIL PKG, CRYO SERVICE
SEGÚN ESPECIFICACIÓN DE SAGGAS	VB1ZZBQI1LB007
TIPO DE ACCIONAMIENTO	MANUAL PALANCA
CONEXIONES	BW + NIPPLES 1”
NORMATIVA DISEÑO	API 6D QSL 1 & API598 + BS 6364
MATERIALES PRINCIPALES	
BODY	A351 GR. CF8M
TRIM	SW316 + Graphite + PCTFE
Notas:	

HOJA DE DATOS DE VÁLVULAS	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	VB-004
REFERENCIA DEL TIPO DE TUBERÍA	1R0JL
PRESIÓN DE DISEÑO DE LA LÍNEA	18,9 Bares
TEMPERATURA DE DISEÑO DE LA LÍNEA	- 196°C a 94°C
DIÁMETRO	6 x 4”
PRESIÓN DE DISEÑO VÁLVULA	CLASS 150 LBS
TIPO DE VÁLVULA	VAL VE, BALL, FLGD RF, ASME 816.34, ASME CL 150, SS, FIRESAFE TRIM, LVR HDL OPR, BS-EN-10204: 3.18, FLOAT BALL TYPE, RED PORT, EXTENDED BONNET, BLOW OUT PROOF STEM, CAVITY VENT TO HP SIDE, SS (TP316) BODY ASTM A351 GR CF8M, TP316 SS STEM, TP316 SS BALL, TFE SEATS, GRAFOIL PKG, CRYO SERVICE
SEGÚN ESPECIFICACIÓN DE SAGGAS	VBCAUAAI1LB002
TIPO DE ACCIONAMIENTO	MANUAL PALANCA
CONEXIONES	BRIDAS 6” CLASE 150 LB. ASME B.16.5
NORMATIVA DISEÑO	API 6D QSL 1 & API598 + BS 6364
MATERIALES PRINCIPALES	
BODY	A351 GR. CF8M
TRIM	SW316 + Graphite + PCTFE
Notas:	

HOJA DE DATOS DE VÁLVULAS	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	VB-005
REFERENCIA DEL TIPO DE TUBERÍA	1R0JL
PRESIÓN DE DISEÑO DE LA LÍNEA	18,9 Bares
TEMPERATURA DE DISEÑO DE LA LÍNEA	- 196°C a 94°C
DIÁMETRO	2 x 1 ½"
PRESIÓN DE DISEÑO VÁLVULA	CLASS 150 LBS
TIPO DE VÁLVULA	VAL VE, BALL, FLGD RF, ASME 816.34, ASME CL 150, SS, FIRESAFE TRIM, LVR HDL OPR, BS-EN-10204: 3.18, FLOAT BALL TYPE, RED PORT, EXTENDED BONNET, BLOW OUT PROOF STEM, CAVITY VENT TO HP SIDE, SS (TP316) BODY ASTM A351 GR CF8M, TP316 SS STEM, TP316 SS BALL, TFE SEATS, GRAFOIL PKG, CRYO SERVICE
SEGÚN ESPECIFICACIÓN DE SAGGAS	VBCAUAAI1 LB002
TIPO DE ACCIONAMIENTO	MANUAL PALANCA
CONEXIONES	BRIDAS 2" CLASE 150 LB. ASME B.16.5
NORMATIVA DISEÑO	API 6D QSL 1 & API598 + BS 6364
MATERIALES PRINCIPALES	
BODY	A351 GR. CF8M
TRIM	SW316 + Graphite + PCTFE
Notas: El mando llevará un enclavamiento para asegurar su posición de abierto e impedir su cierre una vez puesto en servicio el sistema.	

HOJA DE DATOS DE VÁLVULAS	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	VB-006
REFERENCIA DEL TIPO DE TUBERÍA	1R0JL
PRESIÓN DE DISEÑO DE LA LÍNEA	18,9 Bares
TEMPERATURA DE DISEÑO DE LA LÍNEA	- 196°C a 94°C
DIÁMETRO	6 x 4”
PRESIÓN DE DISEÑO VÁLVULA	CLASS 150 LBS
TIPO DE VÁLVULA	VAL VE, BALL, FLGD RF, ASME 816.34, ASME CL 150, SS, FIRESAFE TRIM, LVR HDL OPR, BS-EN-10204: 3.18, FLOAT BALL TYPE, RED PORT, EXTENDED BONNET, BLOW OUT PROOF STEM, CAVITY VENT TO HP SIDE, SS (TP316) BODY ASTM A351 GR CF8M, TP316 SS STEM, TP316 SS BALL, TFE SEATS, GRAFOIL PKG, CRYO SERVICE
SEGÚN ESPECIFICACIÓN DE SAGGAS	VBCAUAAI1 LB002
TIPO DE ACCIONAMIENTO	MANUAL CON REDUCTOR
CONEXIONES	BRIDAS 6” CLASE 150 LB. ASME B.16.5
NORMATIVA DISEÑO	API 6D QSL 1 & API598 + BS 6364
MATERIALES PRINCIPALES	
BODY	A351 GR. CF8M
TRIM	SW316 + Graphite + PCTFE
Notas:	

HOJA DE DATOS DE VÁLVULAS	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	VB-0011
REFERENCIA DEL TIPO DE TUBERÍA	1R0JL
PRESIÓN DE DISEÑO DE LA LÍNEA	18,9 Bares
TEMPERATURA DE DISEÑO DE LA LÍNEA	- 196°C a 94°C
DIÁMETRO	3”
PRESIÓN DE DISEÑO VÁLVULA	CLASS 150 LBS
TIPO DE VÁLVULA	VAL VE, BALL, FLGD RF, ASME 816.34, ASME CL 150, SS, FIRESAFE TRIM, LVR HDL OPR, BS-EN-10204: 3.18, FLOAT BALL TYPE, RED PORT, EXTENDED BONNET, BLOW OUT PROOF STEM, CAVITY VENT TO HP SIDE, SS (TP316) BODY ASTM A351 GR CF8M, TP316 SS STEM, TP316 SS BALL, TFE SEATS, GRAFOIL PKG, CRYO SERVICE
SEGÚN ESPECIFICACIÓN DE SAGGAS	VBCAUAAI1 LB002
TIPO DE ACCIONAMIENTO	MANUAL CON REDUCTOR
CONEXIONES	BW + NIPPLES 6”
NORMATIVA DISEÑO	API 6D QSL 1 & API598 + BS 6364
MATERIALES PRINCIPALES	
BODY	A351 GR. CF8M
TRIM	SW316 + Graphite + PCTFE
Notas:	

HOJA DE DATOS DE VÁLVULAS	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	XV-001
REFERENCIA DEL TIPO DE TUBERÍA	1R0JL
PRESIÓN DE DISEÑO DE LA LÍNEA	18,9 Bares
TEMPERATURA DE DISEÑO DE LA LÍNEA	- 196°C a 94°C
DIÁMETRO	8 x 6”
PRESIÓN DE DISEÑO VÁLVULA	CLASS 150 LBS
TIPO DE VÁLVULA	VAL VE, BALL, FLGD RF, ASME 816.34, ASME CL 150, SS, FIRESAFE TRIM, LVR HDL OPR, BS-EN-10204: 3.18, FLOAT BALL TYPE, RED PORT, EXTENDED BONNET, BLOW OUT PROOF STEM, CAVITY VENT TO HP SIDE, SS (TP316) BODY ASTM A351 GR CF8M, TP316 SS STEM, TP316 SS BALL, TFE SEATS, GRAFOIL PKG, CRYO SERVICE
SEGÚN ESPECIFICACIÓN DE SAGGAS	VBCAUAAI1 LB002
TIPO DE ACCIONAMIENTO	ACTUADOR NEUMÁTICO TODO NADA
CONEXIONES	BE + NIPPLES 8”
NORMATIVA DISEÑO	API 6D QSL 1 & API598 + BS 6364
MATERIALES PRINCIPALES	
BODY	A351 GR. CF8M
TRIM	SW316 + Graphite + PCTFE
Notas: La válvula deberá llevar Finales de carrera de posición en abierto y cerrado y depósito pulmón para asegurar el funcionamiento en caso de falta de aire.	

HOJA DE DATOS DE VÁLVULAS	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	XV-002
REFERENCIA DEL TIPO DE TUBERÍA	1R0JL
PRESIÓN DE DISEÑO DE LA LÍNEA	18,9 Bares
TEMPERATURA DE DISEÑO DE LA LÍNEA	- 196°C a 94°C
DIÁMETRO	6 x 4”
PRESIÓN DE DISEÑO VÁLVULA	CLASS 150 LBS
TIPO DE VÁLVULA	VAL VE, BALL, FLGD RF, ASME 816.34, ASME CL 150, SS, FIRESAFE TRIM, LVR HDL OPR, BS-EN-10204: 3.18, FLOAT BALL TYPE, RED PORT, EXTENDED BONNET, BLOW OUT PROOF STEM, CAVITY VENT TO HP SIDE, SS (TP316) BODY ASTM A351 GR CF8M, TP316 SS STEM, TP316 SS BALL, TFE SEATS, GRAFOIL PKG, CRYO SERVICE
SEGÚN ESPECIFICACIÓN DE SAGGAS	VBCAUAAI1 LB002
TIPO DE ACCIONAMIENTO	ACTUADOR NEUMÁTICO TODO NADA
CONEXIONES	BW + NIPPLES 6”
NORMATIVA DISEÑO	API 6D QSL 1 & API598 + BS 6364
MATERIALES PRINCIPALES	
BODY	A351 GR. CF8M
TRIM	SW316 + Graphite + PCTFE
Notas: La válvula deberá llevar Finales de carrera de posición en abierto y cerrado y depósito pulmón para asegurar el funcionamiento en caso de falta de aire.	

HOJA DE DATOS DE VÁLVULAS	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	FV-001
REFERENCIA DEL TIPO DE TUBERÍA	1R0JL
PRESIÓN DE DISEÑO DE LA LÍNEA	18,9 Bares
TEMPERATURA DE DISEÑO DE LA LÍNEA	- 196°C a 94°C
DIÁMETRO	6 x 4”
PRESIÓN DE DISEÑO VÁLVULA	CLASS 150 LBS
TIPO DE VÁLVULA	VALVE, GLOBE, FLGD RF, ASME B16.34, ASEME CL 150, SS, API TRIM 10, HNDWHL OPR, BS-EN-10204: 3.1B, EXT BLT BNT, OS&Y, PLUG DISC, SS (TP316) BODY ASTM A351 GR CF8M, TP316 SS STEM, TP316 SS DISC, TP316 SS SEAT, GRAFOIL PKG, CRYO SERVICE, VALVE TO COMPLY WITH API 600
SEGÚN ESPECIFICACIÓN DE SAGGAS	VHCAUAAILAB012
TIPO DE ACCIONAMIENTO	ACTUADOR NEUMÁTICO CON REGULACIÓN
CONEXIONES	BW + NIPPLES 6”
NORMATIVA DISEÑO	ASME B16.34
MATERIALES PRINCIPALES	
BODY	A351 GR. CF8M
TRIM	SW316 + Graphite + PCTFE
Notas: La válvula deberá llevar Finales de carrera de posición en abierto y cerrado e indicador de posición.	

HOJA DE DATOS DE VÁLVULAS	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	SP-001
REFERENCIA DEL TIPO DE TUBERÍA	1R0JL
PRESIÓN DE DISEÑO DE LA LÍNEA	18,9 Bares
TEMPERATURA DE DISEÑO DE LA LÍNEA	- 196°C a 94°C
DIÁMETRO	8”
PRESIÓN DE DISEÑO VÁLVULA	CLASS 150 LBS
TIPO DE VÁLVULA	VAL VE, CHECK, FLGD RF, ASME B16.34, ASME CL 150, SS, API TRIM 10, BS-EN-10204: 3.1 B, SWG TYPE, HORIZ & VERT PA TT, BL T BNT, SS (TP316) BODY ASTM A351 GR CF8M, TP316 SS HG PIN, TP316 SS DISC, TP316 SS DISC NUT, TP316 SS SEAT, ALLOY STL BODY/BNT BL T ASTM A320 GR BBM, CRYO SERVICE, VALVE TO COMPLY WITH API 600
SEGÚN ESPECIFICACIÓN DE SAGGAS	VCCAUAAILZB006
TIPO DE ACCIONAMIENTO	BLOQUEO POR MEDIO DE REDUCTOR
CONEXIONES	BW + NIPPLES 8”
NORMATIVA DISEÑO	API 602 + API 598
MATERIALES PRINCIPALES	
BODY	A351 GR. CF8M
TRIM	SW316 + Graphite
Notas:	

HOJA DE DATOS VÁLVULAS TSV	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	TSV-001; TSV-002; TSV-003
REFERENCIA DEL TIPO DE TUBERÍA	1R0JL
PRESIÓN DE DISEÑO DE LA LÍNEA / PRESIÓN DE TARADO	18,9 Bares
FLUIDO	GNL
TEMPERATURA DE DISEÑO DE LA LÍNEA / TEMPERATURA DE DESCARGA	- 196°C a 94°C
DIÁMETRO / ORIFICIO	Entrada 1" Salida 1 ¼" / 15 mm
PRESIÓN DE DISEÑO VÁLVULA	PN 50
TIPO DE VÁLVULA	SEGURIDAD CRIOGÉNICA
TIPO DE ACCIONAMIENTO	MUELLE SIN PALANCA
CONEXIONES	Entrada: 1" 300 Lbs ANSI ASME B16.5 Salida: 1 ¼"" 150 Lbs ANSI ASME B16.5
NORMATIVA DISEÑO	EN ISO 4126-1
MATERIALES PRINCIPALES	
OUTLET BODY / INTEL BODY	1.4308 - A 351 CF8 / 1.4301 – A479 Grade 304
DISC/VALVE SEAL	1.4301 – A479 Grade 304/PTFE-Carbon filled (25%)
GUIDE PLATE	1.4301 – A479 Grade 304
BONNET	1.4308 - A 351 CF8
SPRING	1.4571 – A313 Grade 316 Ti
CAP	1.4301 – A479 Grade 304
Notas: Hay que tener en cuenta la contrapresión que puede existir en la línea de descarga de la válvula.	

HOJA DE DATOS VÁLVULAS PSV	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	PSV-001; PSV-002
REFERENCIA DEL TIPO DE TUBERÍA	1R0JL
PRESIÓN DE DISEÑO DE LA LÍNEA / PRESIÓN DE TARADO	18,9 Bares
TEMPERATURA DE DISEÑO DE LA LÍNEA	- 196°C a 94°C
FLUIDO	GNL y GN
DIÁMETRO / ORIFICIO	Entrada 1" Salida 1 ¼" / 15 mm*
PRESIÓN DE DISEÑO VÁLVULA	PN 50
TIPO DE VÁLVULA	SEGURIDAD CRIOGÉNICA
TIPO DE ACCIONAMIENTO	MUELLE SIN PALANCA
CONEXIONES	Entrada: 1" 300 Lbs ANSI ASME B16.5 Salida: 1 ¼" 150 Lbs ANSI ASME B16.5
NORMATIVA DISEÑO	EN ISO 4126-1
MATERIALES PRINCIPALES	
OUTLET BODY / INTEL BODY	1.4308 - A 351 CF8 / 1.4301 – A479 Grade 304
VALVE SEAL	1.4301 – A479 Grade 304/PTFE-Carbon filled (25%)
GUIDE PLATE	1.4301 – A479 Grade 304
BONNET	1.4308 - A 351 CF8
SPRING	1.4571 – A313 Grade 316 Ti
CAP	1.4301 – A479 Grade 304
Notas: Hay que tener en cuenta la contrapresión que puede existir en la línea de descarga de la válvula. (A definir en función del caudal de descarga en Nm3/h.)	

3.2 Caudalímetro.

El caudalímetro a instalar será uno de tipo másico de Coriolis, el cual irá embridado a la instalación con objeto de permitir su extracción para su mantenimiento, comprobación y certificación periódica, puesto que será empleado como contador fiscal.

Al tratarse de un sistema de suministro de GNL a barcazas, los caudalímetros deben cumplir con la Normativa Fiscal Europea, MID (MI-005), por lo tanto, cuando la Autoridad Metrológica (CEM) o un tercero certificado para ello, certifique el sistema completo en uso, hay que disponer de un equipo o sistema patrón para hacer la intercomparación de mediciones. Al ser una aplicación criogénica, se recomienda instalar un segundo caudalímetro fiscal en serie, realizando la intercomparación mediante un computador.

Además, al ser un sistema dinámico de medición fiscal, hay que tener preparado un prover, un master meter, o un tanque o cisterna aforada con validez fiscal, para que el CEM u otro organismo notificador pueda verificar que la medición está dentro de los valores MI-005.

Para optimizar el funcionamiento del contador irá instalado aguas arriba de la válvula de control tal y como se han referido en el Diseño del P&ID.

El caudalímetro, según fabricante, garantiza una precisión menor del 0,1% de error desde 125 a 1200 m^3/h.

Como detalles técnicos a tener en cuenta, deberá tener un rango criogénico cuya temperatura mínima esté en torno a -200°C.

El caudalímetro debe cumplir con los requisitos para la zona ATEX y tener el certificado de calibración correspondiente.

ANEJO Nº4

CÁLCULOS Y DISEÑO

Contenido

1. INTRODUCCIÓN. 5

2. CÁLCULOS DE ESPESOR DE TUBERÍAS. 5

2.1 CONDICIONES DE DISEÑO DE LAS TUBERÍAS 1R0JL 5

2.1.1 Cálculo tensión de diseño para aceros austeníticos. *6*

2.1.2 Cálculo tensión de prueba para aceros austeníticos. *6*

2.1.3 Espesor de pared para tubos rectos. *6*

2.1.4 Espesor de orden de compra. *7*

2.1.5 Tabla resumen de cálculo. *8*

2.1.6 Conclusiones de cálculo. *8*

3. SOPORTES. 8

4. AISLAMIENTO. 9

5. CRITERIOS DE DISEÑO 12

5.1 LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE SUMINISTRO DE GNL. 12

5.2 LÍNEA DE RETORNO DE GN 13

1. Introducción.

Las conducciones proyectadas han sido diseñadas de acuerdo con criterios estructurales e hidráulicos, teniendo en cuenta tanto las tensiones producidas en las secciones por la presión interna del fluido como las tensiones producidas por el peso propio de conducción y contenido, dando como resultado el espesor de las paredes de las conducciones y la separación máxima admisible entre apoyos.

Adicionalmente se han revisado los criterios de diseño propios de SAGGAS, mediante la comprobación del documento "*Bases de diseño de proceso*" (P227379-SRPI1-CD-0001), para evitar posibles disfunciones en el bombeo del GNL.

2. Cálculos de espesor de tuberías.

Partiendo de la base de las "Especificaciones material de tubería" de SAGGAS (P227379-SRPI1-SP-0002) para las tuberías tipo 1R0JL se realiza el cálculo para comprobar el espesor propuesto mediante el cumplimiento de la *UNE-EN 13480-3:2013. Tuberías metálicas industriales. Parte 3: Diseño y cálculo.*

2.1 Condiciones de diseño de las tuberías 1R0JL

Los datos que se han tomado para realizar los cálculos son los siguientes:

- ✓ Presión de diseño (Pc): 18,9 Bares = 1,89 N/mm^2
- ✓ Presión de Prueba (Pp): 28,3 Bares= 2,83 N/mm^2
- ✓ Temperatura de Diseño (Td): -196ºC
- ✓ Material: Acero Inoxidable 304L, cuyas propiedades son las de la tabla siguiente.

Propiedades eléctricas	
Resistividad eléctrica [µOhm cm]	70-72
Propiedades físicas	
Densidad [g cm^{-3}]	7,93
Punto de fusión [ºC]	1400-1455
Propiedades mecánicas	
Alargamiento [%]	<60
Dureza brinell	169-190
Impacto Izod [J m^{-1}]	20-136
Módulo de Elasticidad [GPa]	190-210
Resistencia a la tracción [MPa]	460-1100
Propiedades Térmicas	
Coeficiente de Expansión Térmica @20-1000 (x10^{-6}K^{-1}]	18,0
Conductividad Térmica a 23ºC [Wm^{-1}K^{-1}]	16,3

Características mecánicas del material (Según Norma *UNE-EN 10216-5:2014*):

- ✓ Tensión de fluencia a la temperatura de diseño ($R_{p1.0\,t}$): 215 N/mm^2
- ✓ Tensión de rotura del material a la temperatura de diseño (R_{mt}): 460 N/mm^2

Nota: Para temperaturas de diseño inferiores a 10ºC se cogen los valores de resistencia a temperatura ambiente.

2.1.1 Cálculo tensión de diseño para aceros austeníticos.

Para A ≥ 35%

$$f = \frac{R_{p\,1,0\,t}}{1,5}$$

ó $\quad f = \min\left(\frac{R_{m\,t}}{3}\ ;\ \frac{R_{p1,0\,t}}{1,2}\right)$ si R_{mt} está disponible

$R_{p1,0\,t}/1,5$=	143,33	N/mm^2
$R_{m\,t}/3$=	153,33	N/mm^2
$R_{p1,0\,t}/1,2$=	179,17	N/mm^2

Se escoje como tensión de cálculo el valor más bajo, en este caso f= 143,33 N/mm^2

2.1.2 Cálculo tensión de prueba para aceros austeníticos.

Para A ≥ 25 %, el diseñador se debe asegurar que la tensión bajo las condiciones de la prueba de funcionamiento a plena carga dadas en la Norma *UNE-EN 13480-5*, no sea superior al mayor de los dos valores siguientes:

— 95 %de $R_{p1,0}$ a la temperatura de ensayo especificada;
— 45 %de R_m a la temperatura de ensayo especificada;

Para A < 25%, véase *apartado 5.2.1.2. de UNE-EN 13480-5*.

95%de la $R_{p1,0}$ =	204,25	N/mm^2
45%de la R_m =	207	N/mm^2

Se escoje como tensión de cálculo el valor más bajo, en este caso f= 204,25 N/mm^2

2.1.3 Espesor de pared para tubos rectos.

Según *apartado 6.1 de UNE EN 13480-3*, para el cálculo del espesor teórico necesario se utiliza la formula siguiente:

— Donde $D_0/D_i \leq 1,7$:

$$e = \frac{Pc\ Do}{2fZ + Pc}$$

e: Espesor en mm.
Pc: Presión de cálculo en N/mm^2.
Do: Diámetro Exterior en mm.
f: Tensión de Cálculo.
Z: Coeficiente de unión (Según *apartado 4.5 UNE EN 13480-3*)

Coeficiente de unión

El coeficiente de unión "z" se debe utilizar en el cálculo de los espesores de componentes que incluyan una o varias soldaduras a tope, que no sean circunferenciales, y no deben superar los valores siguientes:

- para equipos sujetos a ensayos destructivos y no destructivos que confirmen que toda serie de uniones no presenta imperfecciones importantes: 1;
- para equipos sujetos a ensayos aleatorios no destructivos: 0,85;
- para equipos no sujetos a ensayos no destructivos distintos de la inspección visual: 0,7.

Nota: La instalación está sometida a ensayos no destructivos en el 100% de las uniones por lo que se utiliza como coeficiente Z=1.

2.1.4 Espesor de orden de compra.

Según *apartado 4.3 de UNE EN 13480-3, p*ara obtener el espesor de compra mínimo necesario se deben de tener en cuenta la tolerancia y la posible corrosión. En nuestro caso la corrosión se desprecia al tratarse de acero inoxidable. Para el cálculo de este espesor se utilizan las fórmulas siguientes:

El espesor pedido e_{ord} de un componente (tubo o accesorio) debe ser igual como mínimo a:

- Si el valor de la tolerancia c_1 se expresa en unidades de longitud:

$$e_{ord} \geq e + c_0 + c_1 + c_2$$

- Si el valor de tolerancia c_1 se expresa como un porcentaje x del espesor pedido e_{ord}:

$$e_{ord} \geq (e + c_0 + c_2)100/(100 - x)$$

e_{ord}: Espesor de orden de compra en mm.
e: Espesor de cálculo en mm.
C_0: Sobrespesor de corrosión en mm. (En nuestro caso es 0)
C_1: Valor absoluto de tolerancia negativa. (En nuestro caso, por porcentaje, es 12,5%)
C_2: Margen de adelgazamiento por curvado, roscado, etc. (en nuestro caso no aplica, es 0)

2.1.5 Tabla resumen de cálculo.

Diámetro de Cálculo (D_o)		Espesor Teórico (e)	Espesor compra (e_{ord})	Espesor prueba teórico (e_p)	Espesor prueba compra (e_{ord})	Espesor comercial escogido	
Inch	mm	mm	mm	mm	mm	SCH	mm
8	219,1	1,43	1,64	1,51	1,73	10S	3,76
6	168,3	1,10	1,26	1,16	1,33	10S	3,40
2	60,3	0,39	0,45	0,42	0,47	10S	2,77
1	33,4	0,22	0,25	0,23	0,26	40S	3,38

2.1.6 Conclusiones de cálculo.

Las tuberías de GNL deben cumplir la 1R0JL, por lo que según la especificación de SAGGAS (P227379-SRPI1-SP-0002), SCH correspondiente en cada caso, cumple sobradamente los espesores de cálculo.

3. Soportes.

La elección del tipo de soportes a utilizar en la instalación, se ha basado en la especificaciones técnicas de SAGGAS *"Notas Generales de Soportes"* (P227252-SRPM3-NT-0001) e *"Índice de soportes estándar y colección de soportes estándar"* (P227379-SRPM3-LT-0002). Tanto para la fabricación como para su montaje en obra se seguirán las especificaciones de SAGGAS.

Los soportes escogidos, en función del diámetro de la tubería y de su situación, han sido los siguientes (puede consultarse su ubicación exacta en los planos de isométricos):

- Para tuberías de 8"
  - Soportes tipo GUC3
  - Soporte tipo GUC4
- Para tuberías de 6"
  - Soportes tipo GUC3
  - Soporte tipo GUC4
- Para tuberías de 2"
  - Soportes tipo TR3
- Para tuberías de 1"

- Los soportes a emplear podrán ser del tipo normalizado para instalaciones criogénicas.

4. Aislamiento.

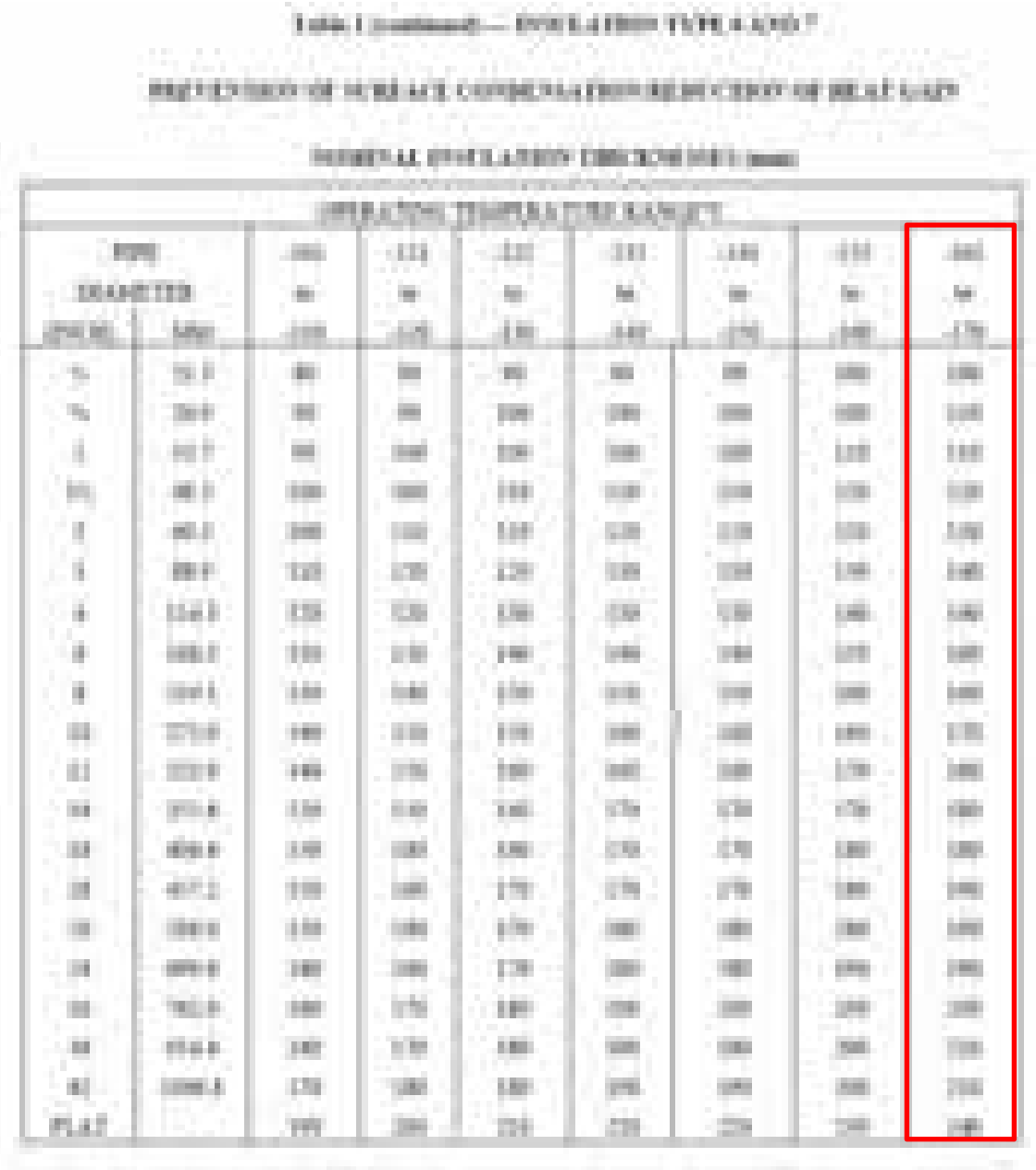
La elección del tipo de aislamiento a utilizar en la instalación se ha basado en las especificaciones técnicas de SAGGAS *"Especificación aislamiento térmico baja temperatura de tuberías y equipos"* (P227358-SRPI1-SP-0001).

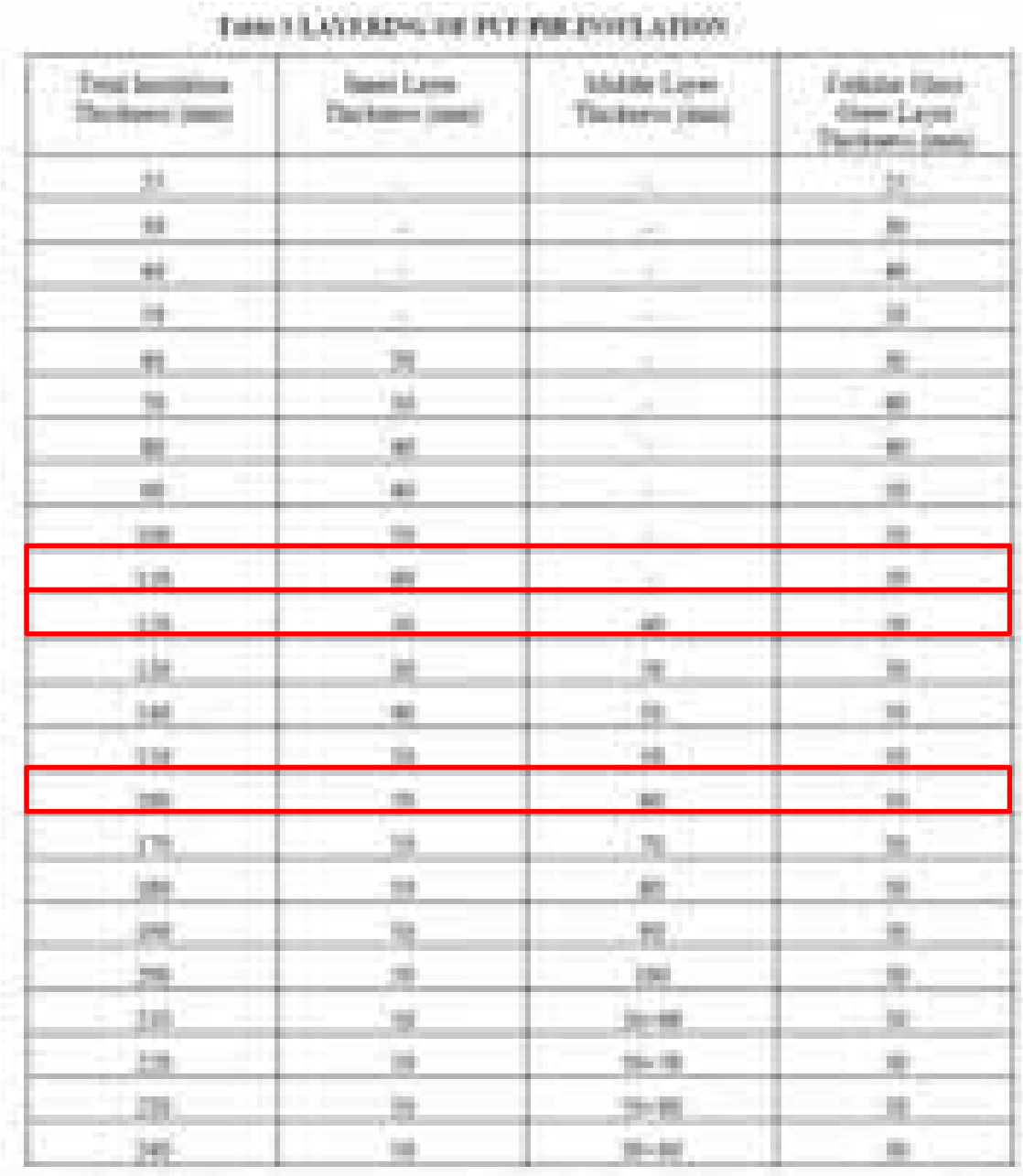
El tipo de aislamiento a utilizar se ha considerado del Tipo 7, para tuberías en contacto con el GNL. Los espesores son los indicados por las especificaciones de SAGGAS. En la tabla 1, extraída de las propias especificaciones, se indica el espesor nominal según la temperatura de trabajo, adjuntada a continuación.

En la tabla 3, también extraída de las propias especificaciones, se muestra que espesor deberá tener cada una de las capas que conforman el aislamiento, según su espesor nominal. En el caso del Tipo 7, la capa exterior será de Vidrio Celular.

Para las tuberías a emplear en este proyecto tenemos:

- Tuberías de 8" TIPO 7: Espesor total 160 mm (50/60/50 por capa).
- Tuberías de 6" TIPO 7: Espesor total 160 mm (50/60/50 por capa).
- Tuberías de 2" TIPO 7: Espesor total 130 mm (30/50/50 por capa).
- Tuberías de 1" TIPO 7: Espesor total 110 mm (60/ / 50 por capa).



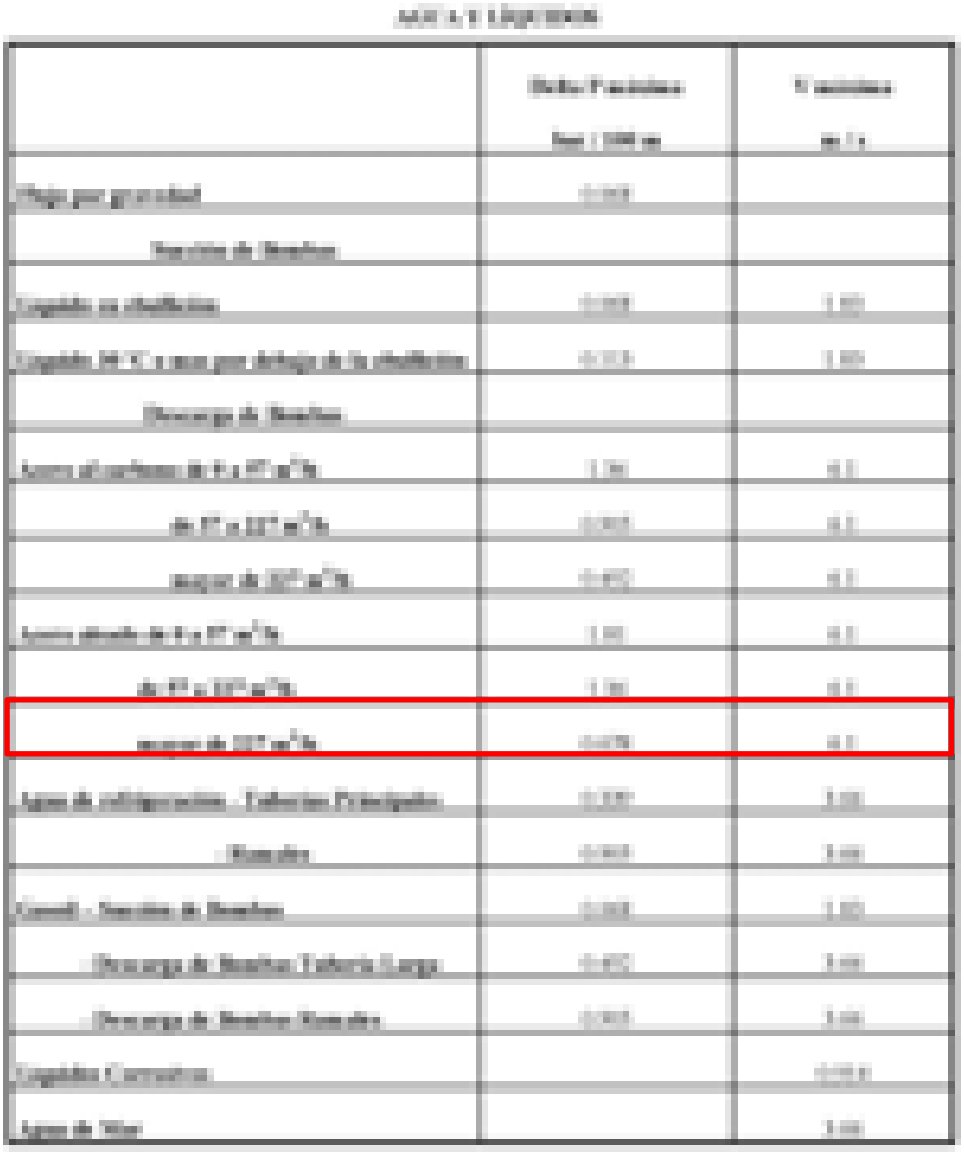


5. Criterios de diseño.

En este apartado, se comprueba mediante el documento "*Bases de diseño de proceso*" (P227379-SRPI1-CD-0001) los diferentes criterios a cumplir en cada una de las líneas para evitar posibles disfunciones en el bombeo del GNL.

5.1 Línea de conducción de suministro de GNL.

En el apartado 22, diseño de tuberías, del documento anteriormente citado ("*Bases de diseño de proceso*") aparece la siguiente tabla, con los criterios de diseño para las tuberías de agua y líquido:



Teniendo en cuenta que se trata de la descarga de bombas en un acero aleado y partiendo de que la línea de recirculación de GNL es de 8", deberá dimensionarse con los siguientes criterios:

- Pérdida de carga máxima: $\Delta P_{máx} = 0{,}678$ bar/100m
- Velocidad máxima: $V_{máx} = 6{,}1$ m/s

La pérdida de carga que pudiera ocasionar el tramo hasta la manguera de carga será mínimo comparado con el de la línea de recirculación, por lo que descartaremos la pérdida de carga para este cálculo.

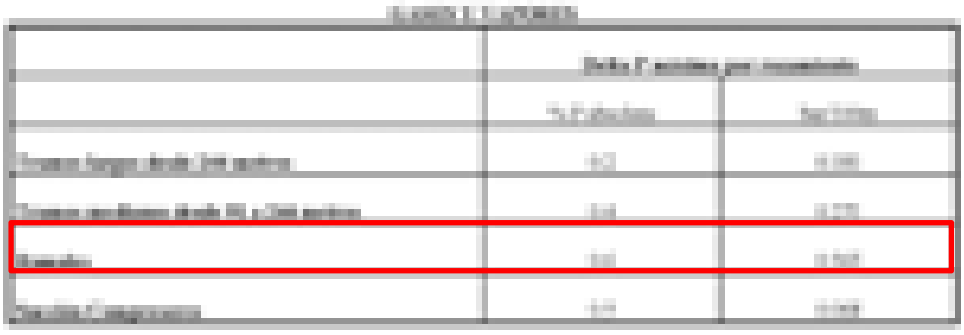
Por lo tanto, justificaremos el caudal máximo de operación en la línea de carga en función de la velocidad máxima de diseño:

Cálculo caudal de diseño, $Q = V \cdot A$					
Velocidad	Diámetro exterior	Espesor	Diámetro interior	Área interior	Caudal
[m/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[m2]	[m3/h]
6,10	219,1	3,76	211,6	0,0351	771,0

Podemos observar que para la velocidad máxima de diseño, el caudal máximo de diseño que se podrá asegurar será de 771 m3/h.

5.2 Línea de retorno de GN.

En el apartado 22, diseño de tuberías, del documento anteriormente citado ("*Bases de diseño de proceso*") aparece la siguiente tabla, con los criterios de diseño para las tuberías de gases y vapores:



En este caso, el tramo a comprobar de 6", tendrá aproximadamente unos 30 metros, por lo que se considerará un ramal, por ello deberá dimensionarse con los siguientes criterios:

- Pérdida máxima de presión absoluta: $\Delta P_{máx} = 0{,}6$ %

- Pérdida máxima en un tramo equivalente de 100 metros: $\Delta P_{máx}$ = 0,565 bar/100m

Para el cálculo de la pérdida de carga, se ha empleado la fórmula de Renouard cuadrática, dada por la expresión:

$$P_1^2 - P_2^2 = 48{,}6 \cdot d_r \cdot L_E \cdot Q^{1{,}82} \cdot D^{-4{,}82}$$

Donde:

P_1 y P_2	presiones absolutas, al inicio y al final del tramo de instalación en bares
d_r	densidad relativa del gas
L_E	longitud equivalente en metros
Q	caudal en m3(n)/h
D	diámetro interior de la conducción en mm

La fórmula representada, es válida siempre que se cumpla que la velocidad del gas por la tubería sea inferior a 20 m/s. Se verificará el valor de la velocidad mediante la expresión:

$$V = 354 \cdot \frac{Q}{P \cdot D^2}$$

Donde:

V	velocidad del gas en m/s
Q	caudal en m3(n)/h
D	diámetro interior de la conducción en mm
P	presión absoluta al final del tramo de instalación en bares

A continuación, se muestra en las tablas siguientes los resultados del cálculo.

Para determinar el caudal en m3(n)/h se partirá del caudal máximo de llenado de GNL (771 m3/h) por la presión de trabajo a la que analizaremos la situación.

Con 6" a presión máxima relativa de 18,9 bar y longitud de 100 m.

L	Q_i	P_1	P_2	V	$D_{int\_instal.}$	Material	**ΔP**	**ΔP**
[m]	[m3(n)/h]	[bar]	[bar]	[m/s]	[mm]	[-]	[bar]	[%]
100	15.372	19,913	19,828	10,53	161,5	340L	0,085	0,45

Si limitamos el tramo a 30 metros de proyecto, y nos fijamos en el porcentaje de pérdida de carga, vemos que acepta hasta una presión relativa de 0,517 bar, muy por debajo de la presión normal de trabajo, que estará sobre los 16 bares:

L	Q_i	P_1	P_2	V	$D_{int\_instal.}$	Material	**ΔP**	**ΔP**
[m]	[m3(n)/h]	[bar]	[bar]	[m/s]	[mm]	[-]	[bar]	[%]
30	1.181	1,530	1,527	10,50	161,5	340L	0,003	0,60

En resumen, el tramo de 6" para el retorno de GN cumple con las especificaciones de diseño de SAGGAS.

ANEJO Nº5

SISTEMAS DE CONTROL, MONITORIZACIÓN Y MEDICIÓN

Contenido

1. **DESCRIPCIÓN.** **5**
2. **REQUISITO SIL.** **7**
3. **MATRIZ CAUSA-EFECTO.** **7**
4. **PULSADORES DE EMERGENCIA.** **11**
5. **HOJAS DE DATOS DE TRASMISORES Y DETECTORES.** **11**

1. Descripción.

La operación de la instalación se realizará desde el Sistema de Control Distribuido (SCD) existente en la instalación.

Todas las señales serán cableadas a las cajas existentes de los diferentes sistemas de control (SCD, ESD y F&G). Si no hubiera pares suficientes se instalarán nuevas cajas y se cablearán hasta los diferentes sistemas.

Todo el control de la maniobra se llevará a cabo desde el SCD donde recibirán todas las señales de información de las variables de proceso más relevantes en la Sala de Control.

Se deberá dejar una reserva de 15% como mínimo por cada tipo de tarjeta (entrada y salida) y tipos de señal (analógicas y digitales), a fin de prever futuras ampliaciones.

En las cercanías de la zona de operaciones de la carga de buques se instalará un pulsador de emergencia, el cual actuará sobre todo el sistema de válvulas ESD de las líneas de carga de buques.

Todo el control y programación en el sistema SCD, así como en el resto de sistema ESD, F&G y ERS se llevará a cabo por parte de SAGGAS, el cual seguirá las indicaciones del presente proyecto así como la Matriz Causa y Efecto para intervención en el sistema ESD.

A continuación se adjunta un listado de las señales de la nueva instalación que intervienen en la operación y sobre qué sistema deberán ser derivadas.

TAG	DESCRIPCIÓN	ANAL./DIG.	ENT/SAL	A SCD	A ESD	A F&G
TI001	Transmisor de temperatura línea GNL	Digital	Entrada	X		
PI001	Transmisor de presión línea GNL	Analógica	Entrada	X		
XYA001	Electroválvula maniobra válvula XV001	-	Salida	X		
XYB001	Electroválvula Sistema ESD válvula XV001	-	Salida		X	
ZSH001	Final de carrea posición abierta XV001	Digital	Entrada	X	X	
ZSL001	Final de carrea posición cerrada XV001	Digital	Entrada	X	X	
TI002	Transmisor de temperatura línea GNL	Digital	Entrada	X		
PI002	Transmisor de presión	Analógica	Entrada	X		

	línea GNL					
XY004	Electroválvula alimentación válvula FV001	-	Salida	X		
XY004	Posicionador válvula FV001	Analógica	Salida	X		
ZSL004	Indicador de posición válvula FV001	Analógica	Entrada	X		
FIC001A	Caudalímetro FT001A	Modbus	Entrada	X		
FIC001B	Caudalímetro FT001B	Modbus	Entrada	X		
TI003	Transmisor de temperatura línea GNL	Digital	Entrada	X		
PI003	Transmisor de presión línea GNL	Analógica	Entrada	X		
ERSL	Sistema ERS Instalado en manguera de fase líquido	Analógica	Entrada	X		
PI005	Transmisor de presión línea GN	Analógica	Entrada	X		
XYA002	Electroválvula maniobra válvula XV002	-	Salida	X		
XYB002	Electroválvula Sistema ESD válvula XV002	-	Salida		X	
ZSH002	Final de carrera posición abierta XV002	Digital	Entrada	X	X	
ZSL002	Final de carrea posición cerrada XV002	Digital	Entrada	X	X	
TI005	Transmisor de temperatura línea Colector TSV	Digital	Entrada	X		
TI004	Transmisor de temperatura línea GN	Digital	Entrada	X		
PI004	Transmisor de presión línea GN	Analógica	Entrada	X		
FIC002	Caudalímetro FT002	Modbus	Entrada	X		
ERSG	Sistema ERS Instalado en manguera de fase gas	Analógica	Entrada	X		
DG001	Detector de gas 1 zona carga de buques	Analógica	Entrada	X		X
DG002	Detector de gas 2 Zona carga de buques	Analógica	Entrada	X		X
DR001	Detector de derrames 1 zona mangueras	Analógica	Entrada	X		X
DR002	Detector de derrames 2	Analógica	Entrada	X		X

	zona mangueras					
PE001	Pulsador de Emergencia Zona carga de buques	Digital	Entrada	X	X	

2. Requisito SIL.

Tal y como se ha mencionado en el *Anejo Nº2: Normativa aplicable*, para establecer los requisitos SIL, se debe hacer una serie de estudios según la *UNE-EN 61508* que sean coherentes con el nivel de seguridad requerido en planta.

Puesto que ya hay un sistema de emisión y recepción de señales, que es al que se van a conectar las señales nuevas del sistema de control, SAGGAS establecerá, en función de lo que esté implantado en la instalación actualmente, los requisitos necesarios SIL que la empresa adjudicataria deberá tener en cuenta en la ejecución del proyecto.

3. Matriz Causa-Efecto.

La siguiente matriz-causa efecto resume los sistemas que dependen directamente de la instalación de carga a pequeños buques. Dado que se desconoce cuál será el sistema de transferencia a emplear no es posible integrarlo de momento en la matriz.

En la instalación ya existen detectores de llama y pulsadores de emergencia que actuarán sobre el Sistema ESD de la instalación, en la Matriz de Causa-Efecto quedarán reflejados. En caso de que la propiedad considere que otros elementos de detección de la zona ya instalados deban actuar sobre el Sistema ESD lo reflejará en la Matriz Causa-Efecto General de la instalación.

Las asociaciones causa-efecto entre los sensores de operación y seguridad y los sistemas de protección de las instalaciones (Emergency Shutdown Systems) son las mostradas en la tabla de la página siguiente.

LEYENDA

A: ABRIR
C: CERRAR

CAUSA		EFECTO	LINEAS	CARGA GNL	RETORNO GAS	
			DESCRIPCIÓN	VÁLVULA ESD PROTECCIÓN EQUIPOS LINEA GNL	VÁLVULA ESD PROTECCIÓN EQUIPOS LINEA RETORNO GN	
			TAG	XV001	XV002	
SERVICIO		CODIGO ALARMA		1	2	OBSERVACIONES
SISTEMA	DESCRIPCIÓN					
PULSADORES DE EMERGENCIA	PULSADOR EMERGENCIA GENERAL SISTEMA ESD	-	1	C	C	SEÑAL EXISTENTE
	PULSADOR EMERGENCIA LOCAL ZONA CARGA DE BUQUES	PE001	2	C	C	
	PULSADOR DE EMERGENCIA 1 ZONA DESCARGA DE METANEROS	63-MCP-41 001	3	C	C	SEÑAL EXISTENTE
	PULSADOR DE EMERGENCIA 2 ZONA DESCARGA DE METANEROS	63-MCP-41 002	4	C	C	SEÑAL EXISTENTE
SISTEMA DETECCIÓN DE INCENDIOS	DETECTOR DE LLAMA 1 ZONA PANTALAN	63-FSD-41 001	5	C	C	SEÑAL EXISTENTE
	DETECTOR DE LLAMA 2 ZONA PANTALAN	63-FSD-41 001	6	C	C	SEÑAL EXISTENTE
	DETECTOR DE LLAMA 3 ZONA PANTALAN	63-FSD-41 001	7	C	C	SEÑAL EXISTENTE
SISTEMA DETECCIÓN DE DERRAMES	TEMPERATURA 1 MUY BAJA DETECTOR ZONA BANDEJA DERRAMES	DR001	8	C	C	
	TEMPERATURA 2 MUY BAJA DETECTOR ZONA BANDEJA DERRAMES	DR002	9	C	C	
SISTEMA DE SEÑALES DE PROCESO	PRESIÓN MUY ALTA EN SERVICIO A CARGA GNL BUQUE	PI003	10	C		
SISTEMA DETECCIÓNE DE GAS	SENSOR DE GAS 1 EN ZONA CARGA DE BUQUES	DG001	11	C	C	
	SENSOR DE GAS 2 EN ZONA CARGA DE BUQUES	DG002	12	C	C	
SISTEMA ERS	INSTALADO EN MANGUERA FASE LÍQUIDO	ERS-L	13	C	C	
	INSTALADO EN MANGUERA FASE GAS	ERS-G	14	C	C	

4. Pulsadores de emergencia.

En la matriz causa-efecto se indican los pulsadores, además de los ya existentes en el pantalán correspondientes a la descarga de metaneros. En este caso, se implementará con un nuevo pulsador de emergencia local (PE001) en la zona de carga de buques. Se instalará un pulsador tipo "seta", de modo que el operario pueda parar el subsistema ESD de la nueva instalación o el sistema entero dependiendo de lo que se necesite dada la situación de emergencia.

5. Hojas de datos de trasmisores y detectores.

A continuación se exponen las hojas de datos correspondientes a:

- Transmisores de temperatura.
- Transmisores de presión.
- Transmisores de caudal.
- Detectores de gas.
- Solenoides para válvulas actuadas.
- Solenoides para detectores de posición de válvulas.

Tanto los detectores de derrame como el resto de señales funcionarán bajo la condición lógica 1001. En el caso de que SAGGAS tuviera implantada otra lógica diferente, y demandara que el sistema de señales de la nueva instalación se integrara con la suya, habría que evaluar y estudiar con SAGGAS la forma de realizar las interconexiones.

HOJA DE DATOS DE TRANSMISORES DE TEMPERATURA	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	TT001; TT002; TT003; TT004; TT005
REFERENCIA DEL TIPO DE TUBERÍA	1R0JL
PRESIÓN DE DISEÑO DE LA LÍNEA	18,9 Bares
TEMPERATURA DE DISEÑO DE LA LÍNEA	-196°C
TIPO CONJUNTO	TRANSMISOR DE TEMPERATURA (MONTAJE EN CABEZA)
GRADO DE PROTECCIÓN	IP66
SENSOR	
TIPO	PT100
RANGO DE TENPERATURA	-200°C a 850°C
ALCANCE MÍNIMO	10°C
PRECISIÓN	±0,1% de precisión ó ±0,1°C
TERMOPOZO PARA CONEXIÓN TUBERÍAS	
TIPO	Barra metálica
MATERIAL	SS316L
CONEXIÓN A PROCESO	G ½”
VAINA	
MATERIAL	SS316
TRANSMISOR	
TIPO	4 to 20 mA CC con comunicación digital (protocolo HART 5/HART 7)
CLASIFICACIÓN ATEX	EEx ia IIC T1-6
Notas: Equipo propuesto YOKOAWA, modelo YTA70	

HOJA DE DATOS DE TRANSMISORES DE PRESIÓN	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	PT001; PT002; PT003; PT004; PT005
REFERENCIA DEL TIPO DE TUBERÍA	1R0JL
PRESIÓN DE DISEÑO DE LA LÍNEA	18,9 Bares
TEMPERATURA DE DISEÑO DE LA LÍNEA	-196°C
TIPO CONJUNTO	TRANSMISOR DE PRESIÓN
ESPECIFICACIONES	
ALCANCE	MIN 1Bar, MAX 20Bar
TIPO TRANSMISOR	4 a 20 mA CC con comunicación digital (protocolo HART)
CLASIFICACIÓN ATEX	Eex ia IIC T4, T5, T6
GRADO DE PROTECCIÓN	IP66/IP67
CONEXION A PROCESO	G ½"
MATERIALES PRINCIPALES	
CUERPO	Aleación de aluminio
DIAFRAGMA/PARTES MOJADAS	Hastelloy C-276
MATERIAL DE LLENADO	Silicona
Notas: Equipo propuesto YOKOAWA, modelo EJA530A	

HOJA DE DATOS CAUDALÍMETRO	
ELEMENTO PRIMARIO	
NUMERO DE TAG	FT001; FT002; FT003
REFERENCIA DEL TIPO DE TUBERÍA	1R0JL
PRESIÓN DE DISEÑO DE LA LÍNEA	18,9 Bares
TEMPERATURA DE DISEÑO DE LA LÍNEA	-196 °C
ELEMENTO PRIMARIO	
TIPO CONJUNTO	CAUDALÍMERTRO MÁSICO DE CORIOLIS
CONEXIÓN	8” y 6” ASME 300 lb
TUBO DE MEDIDA	SS 316/316L
SISTEMA	DUAL BENT TUBE
CAJA DE CONEXIONES	Aluminio
CLASIFICACIÓN ATEX	ATEX Ex ia (T1 – T6) PTB 12 ATEX 2013 X
GRADO DE PROTECCIÓN	EN 60 529 IP 66/IP 67/NEMA 250 Type 4X
CONVERTIDOR DE FLUJO	
CLASIFICACIÓN ATEX	II 2 G - Ex d [ia] IIC T6 Gb II 2 D - Ex t IIIC 75°C Db PTB 12 ATEX 2015 X
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	100-230 V AC, 50/60 Hz (85-250 V)
Notas:	

HOJA DE DATOS DE DETECTORES DE GAS	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	GD001; GD002
TIPO DE DETECTOR	DETECTOR GASES DE HIDROCARBUROS
PRINCIPIO DE DETECCIÓN	INFRARROJO
TENSIÓN DE ENTRADA	24 V CC nominal
MATERIAL CARCASA	Acero inoxidable 316 (CF8M)
CERTIFICACIÓN	EEx d IIC T4-T5 Gb5 ó T6
GRADO DE PROTECCIÓN	IP66/IP67
Notas: Equipo propuesto DET-TRONICS, modelo PIRECL	

HOJA DE DATOS DE SOLENOIDES PARA VÁLVULAS ACTUADAS	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	XYA001; XYB001; XYA002; XYB002
TIPO	SOLENOIDE ACTUACION DIRECTA DN3 3/2
CUERPO	LATON
ALIMENTACION	24VUC
RANGO PRESIÓN	0-10BaR
CONEXIÓN PROCESO	¼" NPT HEMBRA
TEMPERATURA FLUIDO	0°C ... +70°C
CERTIFICACIÓN	EEx ed IIC T5
GRADO DE PROTECCIÓN	IP65
Notas:	

HOJA DE DATOS DE SOLENOIDES PARA DETECTORES POSICIÓN VÁLVULAS	
DEFINICIONES GENERALES	
NUMERO DE TAG	ZSH001; ZSL001; ZSH002; ZSL002;
TIPO	SENSOR INDUCTIVO DE PROXIMIDAD
ALOJAMIENTO	CAJA PLASTICO
ALIMENTACION	8VDC
ABRAZADERA,EJE Y TORNILOOS	SS316
CONEXIÓN PROCESO	¼" NPT HEMBRA
TEMPERATURA FLUIDO	-40°C ... +80°C
CERTIFICACIÓN	EEX ia II T6
GRADO DE PROTECCIÓN	IP67
Notas:	

ANEJO Nº6

EQUIPAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Contenido

1. OBJETO. 5
2. CLASIFICACIÓN ATEX DEL EMPLAZAMIENTO. 5
2.1 CLASIFICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO. 6
2.1.1 Fuentes y grado de escape. *6*
2.1.2 Grado y disponibilidad de ventilación. *6*
2.1.3 Determinación del tipo de zona. *7*
3. MEDIOS CONTRAINCENDIOS. 7
3.1 PROTECCIÓN PASIVA. 7
3.1.1 Elementos de contención de derrames. *7*
3.1.2 Zona de acceso limitado. *15*
3.1.3 Sistema de detección y comunicación de incidentes. *15*
3.1.4 Señalización de emergencia. *17*
3.1.5 Salidas de emergencia. *17*
3.2 PROTECCIÓN ACTIVA. 17
3.2.1 Sistema de agua contra incendios. *17*
3.2.2 Monitores de agua contra incendios. *17*
3.2.3 Cortinas de agua. *18*
3.2.4 Sistemas de polvo seco. *18*
3.3 FORMACIÓN. 18
4. SISTEMA DE BUNKERING. 18
4.1 SISTEMA DE CIERRE Y DESCONEXIÓN DE EMERGENCIA – ERS. 20
4.1.1 Acoplamiento de cierre y desconexión de emergencia – ERC. *20*
4.2 MANGUERAS. 21
4.3 SOPORTES Y SISTEMAS DE DETENCIÓN DE CAÍDAS. 22
4.3.1 Hosebuns. *23*
4.4 CONEXIONES. 23
4.4.1 Acoplamiento criogénico en seco *24*
4.5 JUNTAS DE AISLAMIENTO. 24
5. ILUMINACIÓN. 25
6. CONEXIÓN ELÉCTRICA. 25
7. EQUIPOTENCIAL DE LA INSTALACIÓN. 26

1. Objeto.

El objeto del presente anejo es establecer los medios contra incendios necesarios para realizar la carga y descarga del GNL con total seguridad para los operarios así como minimizar los daños y las pérdidas producidos en una situación de emergencia en el nuevo punto de carga y descarga diseñado en el actual proyecto.

Al tratarse de una nueva instalación de carga y descarga en la actual terminal de SAGGAS se tendrán en cuenta los medios contra incendios existentes y se determinarán los medios contra incendios complementarios, en caso de ser necesarios, para la zona donde se ubicará el nuevo punto de carga y descarga.

2. Clasificación ATEX del emplazamiento.

La existencia de gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables debe ser objeto de estudio específico.

La clasificación de las zonas consideradas es la establecida en la norma *UNE-EN 60079-10*, cuyo objeto es la clasificación de los emplazamientos peligrosos donde los riesgos son debidos a la presencia de gas o vapor inflamables, a fin de poder seleccionar e instalar adecuadamente los equipos en los citados emplazamientos según la *ITC 29 del REBT RD 842/2002*.

Esta clasificación de zonas se podrá aplicar también en la elaboración del documento de protección contra explosiones, obligatorio para todos los establecimientos con este tipo de riesgo desde el 30 de junio de 2006 según el *RD 681/2003*.

Las áreas de riesgo se clasificarán en zonas teniendo en cuenta la frecuencia con que se produzcan atmósferas explosivas y su duración. De esta clasificación dependerá el alcance de las medidas que deban adoptarse. A efectos de esta clasificación, se entenderá por condiciones normales de explotación la utilización de las instalaciones de acuerdo con sus especificaciones técnicas de funcionamiento.

- Zona 0: Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla está presente de modo permanente, o por un período de tiempo prolongado, o con frecuencia.
- Zona 1: Área de trabajo en la que es probable, en condiciones normales de explotación, la formación ocasional de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.
- Zona 2: Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con

aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante breves períodos de tiempo.

- Zona 20: Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire está presente de forma permanente, o por un período de tiempo prolongado, o con frecuencia.

- Zona 21: Área de trabajo en la que es probable la formación ocasional, en condiciones normales de explotación, de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire.

- Zona 22 Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante un breve período de tiempo.

2.1 Clasificación de la zona de estudio.

Para determinar el tipo de zona del emplazamiento peligroso se debe realizar un análisis del entorno en el que se encuentra, estudiando los siguientes factores condicionantes:

- Fuentes y grado de escape.
- Grado y disponibilidad de la ventilación.

2.1.1 Fuentes y grado de escape.

La norma *UNE-EN 60079-10* define una fuente de escape como un punto o lugar desde el cual se puede escapar a la atmósfera gas, vapor o líquido inflamables de tal forma que se pueda formar una atmósfera de gas explosiva. Se diferencian tres grados de escapes (continuo, primario y secundario). Dado que en esta instalación no se prevén fugas en condiciones normales, se considera el grado de escape secundario.

2.1.2 Grado y disponibilidad de ventilación.

Según la norma *UNE-EN 60079-10* y la guía *CEI 31-35*, se considera la instalación como un lugar abierto por su localización en el pantalán sin que esté cubierta más que en la parte superior.

La disponibilidad de ventilación, por las características de la instalación, se considera muy buena, pues existe de forma prácticamente permanente.

2.1.3 Determinación del tipo de zona.

Según estos factores, se tiene que la instalación se encuentra en la ZONA 2, que como se ha descrito previamente, se trata de un emplazamiento en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o, en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

3. Medios contraincendios.

De acuerdo con las normas *UNE-EN 1473* y *UNE-EN 12065*, el establecimiento de la seguridad contraincendios del nuevo punto de carga y descarga se elabora en dos niveles:

- Protección pasiva.
- Protección activa.

Será necesario actualizar el Plan de Autoprotección teniendo en cuenta la nueva actividad.

3.1 Protección Pasiva.

Se define como protección pasiva todas las medidas inherentes a la instalación cuyos fines son prevenir lo antes posible la aparición de una situación de peligro y proteger la estructura, los equipos de control, las válvulas y tuberías.

3.1.1 Elementos de contención de derrames.

Los elementos de contención de derrames, en general, consisten en bandejas o cubetos de contención, que pueden ser bien de hormigón armado con algún tipo de recubrimiento criogénico o bien de acero inoxidable para el caso de derrames puntuales.

Los elementos de contención de derrames se deben dimensionar en función de los volúmenes de derrame que se prevén en cada caso, por tanto, se debe determinar cuáles serán los tiempos de fuga en caso de emergencia.

3.1.1.1 Tiempos de fuga

Se deben contemplar diferentes casos de desastre para determinar los elementos necesarios en cada caso.

a) Según lo establecido en el Purple Book de TNO:

"If the operation of the blocking system is not established through an analysis, default values can be used, which here are to be considered as guidelines. It is

assumed that an automatic detection system is present, like a gas detection system of sufficient sensitivity with monitors covering all wind directions. Three different types of blocking systems are distinguished, namely the automatic blocking system, the remote-controlled blocking system and the hand-operated blocking system.

- *An automatic blocking system is a system where the detection of the leakage and closure of the blocking valves is fully automatic. There is no action of an operator required.*
    - *The closing time of the blocking valves is two minutes.*
    - *The failure upon demand for the blocking system is 0.001 per demand.*
- *A remote-controlled blocking system is a system where the detection of the leakage is fully automatic. The detection results in a signal in the control room. The operator validates the signal and closes the blocking valves using a switch in the control room.*
    - *The closing time of the blocking valves is ten minutes.*
    - *The failure upon demand for the blocking system is 0.01 per demand.*
- *A hand-operated blocking system is a system where the detection of the leakage is fully automatic. The detection results in a signal in the control room. The operator validates the signal, goes to the location of the blocking valves and closes the valves by hand.*
    - *The closing time of the blocking valves is 30 minutes.*
    - *The failure on demand for the blocking system is 0.01 per demand."*

De acuerdo con esto, estableciendo un Sistema de Bloqueo Automático, el tiempo de cierre de las válvulas de bloqueo en caso de fuga serían 120 segundos.

b) Tiempo de reacción y de cierre de válvula del sistema ESD:

De forma paralela se establecerá un tiempo de derrame en el caso de rotura accidental de las mangueras de conexión al buque.

Para el establecimiento de este tiempo de derrame se deben tener en cuenta dos variables, el tiempo de reacción, que dependerá bien de los detectores instalados en el área de las bocas de conexión, bien de la velocidad con la que el operario encargado de la vigilancia de la operación llegue al pulsador de emergencia, y el tiempo de cierre de las válvulas, que dependerá principalmente del diámetro de las tuberías y del tipo de válvula.

Dicho esto, se estiman los siguientes tiempos:

- Tiempo de reacción:
  - Detección del derrame (detectores): 5 segundos (incluye el envío de la señal al sistema ESD)
  - Reacción del operario: 7 segundos
- Tiempo de cierre:
  - De acuerdo con el fabricante, la válvula de bola con actuador, con un diámetro de 8", tardará en cerrarse de forma automática entre 3 y 8 segundos.
- Tiempos totales de fuga:
  - Detección y bloqueo automáticos, caso más desfavorable 11 segundos.
  - Detección manual y bloqueo de válvulas automático, caso más desfavorable 15 segundos.

La razón por la que hay tanta diferencia entre el tiempo de derrame según el Purple Book y lo estimado para la rotura de las mangueras de conexión, es que en el primer caso se tienen en cuenta fugas genéricas, que pueden tener más o menos cerca los elementos de detección y en el segundo caso, se instalarán elementos de detección específicos para esa hipótesis que permitirán una mayor velocidad de reacción.

En el caso de que se produzca una fuga en alguna de las conducciones a lo largo de la instalación, el volumen de derrame dependerá de la sección del orificio que la produzca, generando un volumen de derrame mucho menor en el caso de la primera hipótesis respecto de la rotura accidental de las mangueras de conexión al buque.

Por lo que se plantea un elemento de contención a colocar en las conexiones de las mangueras de carga y descarga del buque. Para evitar que este derrame suponga un peligro para los operarios y para la instalación y con el fin de retener el GNL en caso de rotura de las mangueras de carga y descarga, bajo las conexiones con las nuevas líneas y lo más próxima posible al cantil del muelle, se construirá una pequeña bandeja de contención de derrames.

3.1.1.2 Estimación del volumen de derrame.

Como ya se ha comentado previamente, los 15 segundos se aplican a la hipótesis de rotura accidental de las mangueras de conexión con el buque, lo que supone que el GNL saldría con una velocidad de 6,1 m/s.

A continuación se calcula el volumen de derrame generado por esta situación, que se compone del volumen causado por el tiempo de derrame de 15 segundos ya analizado, más el volumen de GNL contenido en la tubería desde la válvula de seguridad hasta la boca de la manguera.

El volumen del derrame (despreciando la reducción de flujo por el cierre progresivo de las válvulas) será por tanto de:

Tabla 3-1 Volumen de derrame en función del tiempo de reacción

Volumen del derrame (m^3)											
	Tiempo de reacción (seg.)										
Caudal (m^3/ h)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
771	2,1	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,9	4,1	4,3

Se tienen por tanto 3,2 metros cúbicos de GNL correspondientes al tiempo de derrame de 15 segundos.

A este volumen se debe sumar la parte de GNL contenida en la conducción desde la ubicación de las válvulas hasta la conexión en la que se produce el fallo, no obstante es un volumen no representativo. Para una conducción de 8" (20 cm) resultará el siguiente derrame:

$$Derrame = \left(\frac{0{,}2}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot 5\ m = 0{,}18\ m^3$$

Por tanto, se tienen en total 3,38 metros cúbicos de derrame de GNL.

3.1.1.3 Dimensionamiento de la bandeja de contención de derrames.

En principio, teniendo en cuenta un flujo continuo del suministro de GNL hasta el momento último del cierre por el sistema ESD (calculando por exceso el posible derrame), se pueden tener en cuenta las siguientes dimensiones de la bandeja:

Tal y como se ha estimado anteriormente, para un derrame con un tiempo de detección de 15 segundos, se tiene un volumen de derrame de 3,38 m^3, el cual, con una bandeja de 16 m^2 resultaría una altura del vertido de 20,26 cm, sin tener en cuenta que el GNL ya habrá comenzado a desaguar, disminuyendo esta altura teórica.

Para el cálculo de la altura definitiva de la bandeja será necesario dimensionarla al 110 %de la altura definida por el derrame (*UNE-EN 1473*) quedando por tanto en una altura teórica de: 22,27 cm.

Tabla 3-2 Altura del derrame en función del tamaño de la bandeja.

Altura del derrame (cm)								
Flujo de proyecto (m3/h):		771						
Tamaño bandeja (m2):		1	2,25	4	6,25	9	12,25	16
Tiempo de detección + cierre ESD (segundos)	10	214,35	95,37	53,72	34,45	23,98	17,66	13,57
	11	235,76	104,88	59,08	37,87	26,36	19,41	14,90
	12	257,18	114,40	64,43	41,30	28,74	21,16	16,24
	13	278,60	123,92	69,78	44,73	31,12	22,91	17,58
	14	300,01	133,44	75,14	48,15	33,49	24,66	18,92
	15	321,43	142,96	80,49	51,58	35,87	26,40	20,26
	20	428,51	190,55	107,26	68,71	47,77	35,15	26,95
	30	642,68	285,74	160,81	102,98	71,57	52,63	40,34
	45	963,93	428,51	241,12	154,38	107,26	78,85	60,41
	60	1285,18	571,29	321,43	205,78	142,96	105,08	80,49
	120	2570,18	1142,40	642,68	411,38	285,74	209,98	160,81
	180	3855,18	1713,51	963,93	616,98	428,51	314,87	241,12

3.1.1.4 Desagüe de la bandeja de contención de derrames.

El desagüe de la bandeja de contención de derrames se realizará mediante una tubería de 6", diámetro suficiente para vaciar la bandeja de contención de derrames, puesto que su propósito no es proporcionar un caudal de desagüe igual que el de derrame; para ello ya está dimensionada la bandeja.

Para facilitar el desagüe, la bandeja se instalará elevada sobre el suelo del cubeto, de tal forma que el desagüé contará con pendiente.

Con objeto de facilitar la maniobra de los operarios en el punto de conexión se instalará un tramex sobre la misma para tránsito y operación. Esta zona contará con barandilla para evitar caídas.

3.1.1.5 Características de la bandeja de contención y de la tubería de desagüe.

La bandeja de contención y la tubería de desagüe deberán cumplir ciertas especificaciones como las que se indican a continuación.

a) Bandeja de contención:

   El material de la bandeja debe ser acero inoxidable resistente a bajas temperaturas y a ambientes marinos.

Teniendo en cuenta que la longitud de la conducción será de unos 15 m, se estima a continuación la pendiente de la tubería de desagüe y de la base de la bandeja donde caerá el derrame de GNL.

En función del espacio que hay para poder instalar la tubería, se ha calculado una pendiente de la base de la bandeja (interior) del 1% a lo largo de la línea que une el vértice situado más al Norte y su opuesto, donde se sitúa la tubería de desagüe, la cual tendrá una pendiente también del 1% Esto permite la correcta evacuación de los derrames de GNL que se produzcan en las bocas de conexión.

Imagen 3-1 Esquema transversal bandeja de contención de derrames

La bandeja tendrá una superficie de 16 metros cuadrados, que, en función del espacio existente se dimensionará en forma cuadrada de 4x4 metros de lado, situada entre los pilares de hormigón de la estructura de los brazos.

Se instalará un elemento soporte de la bandeja de contención, así como se preverá la instalación de perfiles sobre los que se apoyarán los soportes de cada tubería.

Se dispondrá un tramex en la superficie superior de la bandeja, que permita pasar los derrames de GNL y además sirva como zona de trabajo para los operarios de la planta, quedando el perfil del conjunto de la balsa según la figura:

Imagen 3-2 Esquema en planta de la bandeja de contención y estructura de trabajo

b) Tubería de desagüe

La tubería tendrá unas dimensiones de 15 metros de longitud y 6" de diámetro, el cual se ha determinado en función del volumen máximo de GNL a desaguar. Debe ser de acero inoxidable resistente a bajas temperaturas y a ambientes marinos. Contará con dos codos.

La conducción se conectará a la bandeja en el lateral situado al sureste, esquina sur, y verterá el derrame en la canaleta de hormigón ya existente.

Además, dado que la tubería de desagüe cruzará una zona de paso, se colocará una escalera metálica que permita salvar la tubería si interrumpir la zona de paso de manera segura.

c) Soportes sobre la bandeja

Los soportes sobre los que descansan las tuberías de carga y descarga de GNL y de Boil off, en su parte más cercana a las bocas de conexión con el buque, se colocarán sobre la misma balsa de contención.

Como solución se propone colocar dos piezas de tramex (2 x 4 m cada una) separadas por un perfil metálico, soldado a los laterales de la balsa, que sea capaz de soportar dos perfiles metálicos dispuestos en vertical, y los soportes y tuberías que descansarán sobre los mismos.

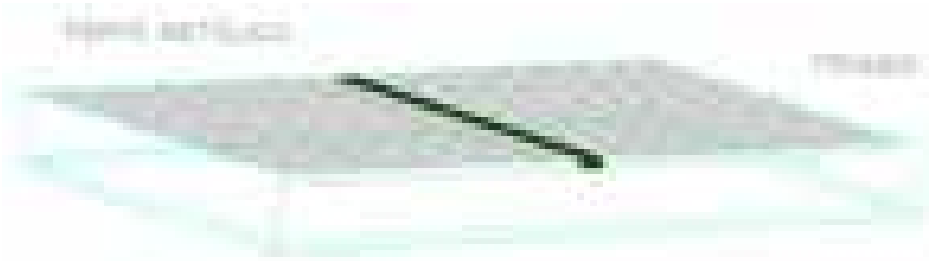


Imagen 3-3 Soportes sobre la bandeja

d) Estructura soporte de la bandeja

Se ejecutará una estructura de soporte de la bandeja de contención de derrames tal que soporte tanto el peso propio de la bandeja como el peso del GNL derramado.

Para evitar el punzonamiento y mejorar el reparto de las cargas sobre la solera del pantalán, se dispondrán unos dados de hormigón que sujeten la bandeja.

A la hora de diseñar dicha estructura de soporte se deberá tener en cuenta que la superficie inferior de la bandeja no es paralela al suelo debido a la pendiente que se le ha impuesto para desaguar correctamente los derrames de GNL, por tanto los dados serán irregulares, debiendo la superficie superior de los mismos llevar la misma pendiente que la parte inferior de la bandeja que se apoya sobre ellos. Esta geometría no afectará a la capacidad de soporte del sistema. Entre los dados de hormigón se deben instalar unas placas metálicas o similar para proteger el hormigón de la fricción del acero de la balsa.

Los dados serán de 50x50 cm en planta y tendrán la altura que corresponda según la base de la balsa. Se dispondrán tal y como se muestra en la figura.

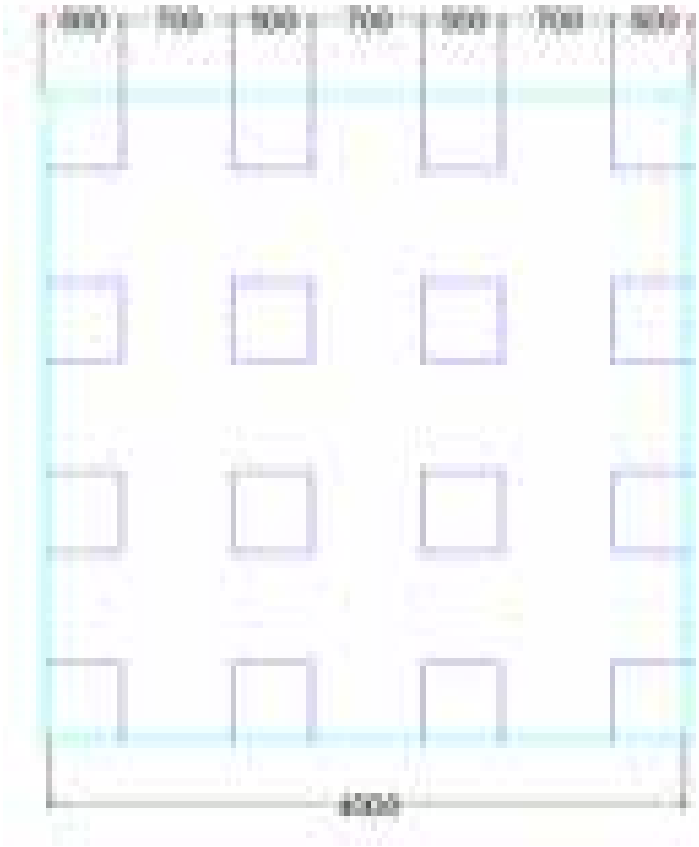


Imagen 3-4 Estructura soporte de la bandeja

e) Elementos accesorios

Se colocará una barandilla o similar para evitar caídas durante las operaciones, además de una escalera metálica para acceder a la zona de trabajo de forma segura.

3.1.2 Zona de acceso limitado.

Actualmente se dispone de una zona de seguridad de acceso limitado a la zona en donde se ubicará la nueva toma de carga y descarga, por lo que no será necesario diseñarla. En dicha zona sólo se permitirá el acceso al personal autorizado con su equipo de trabajo diseñado para los trabajos que se van a desarrollar en la carga y descarga.

3.1.3 Sistema de detección y comunicación de incidentes.

En el pantalán de carga existe una sala de control donde están ubicados los sistemas de control de seguridad y vigilancia de la planta.

Con el fin de detectar una situación de emergencia lo antes posible en la nueva toma de carga y en la nueva zona de trabajo, se instalarán los siguientes sistemas de detección conectados con el centro de control existente:

- Detectores de vertidos de GNL: los vertidos de GNL deberán detectarse mediante sondas de baja temperatura colocados en la bandeja de derrames, debajo del tramex de la nueva zona de trabajo, con el fin de detectar un derrame de GNL.
- Detectores de gases inflamables: situados sobre las conexiones con el buque, para el caso de un escape del BOG.
- Detectores de llama: los detectores de llama deberían ser infrarrojos (IR), o de funcionamiento similar.
- Sensores de presión y temperatura en las conducciones.

Se han revisado las características de los detectores en funcionamiento de la planta, ubicados en la zona donde se prevé la nueva instalación, para comprobar la necesidad de implementación de cada uno de estos.

La planta dispone actualmente de dos detectores de llama infrarrojo multiespectro, situados a menos de 12 metros de las nuevas instalaciones, por lo que no será necesario instalar nuevos detectores de llama, dado que los actuales cubren el área necesaria y no se verán afectados por ningún elemento que obstaculice su efectivo funcionamiento.

Imagen 3-5 Detector de llama (Detector de llama IR multiespectro X3301)

Imagen 3-6 Situación detector de llama (63-FSD-41 003)

Para determinar la ubicación y selección del tipo de los nuevos detectores, se tendrá en cuenta lo establecido en la Norma *UNE 23007. Sistemas de detección y de alarma de incendios.*

Así mismo en la instalación, además de los sistemas de alarma existentes, se instalará un pulsador de emergencia ("Tipo seta") para la activación manual del sistema por parte de un operario.

3.1.4 Señalización de emergencia.

Todos los medios de protección contra incendios deberán de estar correctamente señalizados conforme a lo establecido en el *RD 485/97. Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo*, *RD 486/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo* y *UNE 23033. Seguridad contra incendios. Señalización.*

3.1.5 Salidas de emergencia.

Con el fin de evacuar en caso de emergencia al personal implicado en las operaciones de carga y descarga se utilizarán las salidas de emergencia ya existentes a la zona del pantalán, no siendo necesario añadir más salidas.

Las salidas de emergencias deben de estar señalizadas conforme a lo establecido en el *RD 485/97. Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo*, *RD 486/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo* y *UNE 23034. Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.*

3.2 Protección Activa.

La protección activa contra incendios es el conjunto de medios, equipos y sistemas instalados para alertar sobre un incendio e impedir que éste se propague evitando las pérdidas y daños producidos por el fuego.

A continuación se analizan los sistemas y equipos existentes, además de aquellos que se instalarán en función de lo establecido en las normativas relativas a protección contra incendios, esto son la *UNE-EN 1473* y la *NFPA 59A*.

3.2.1 Sistema de agua contra incendios.

Actualmente en el pantalán ya se dispone de una red de abastecimiento de agua con un caudal de 1585 m3/h suficiente para los hidrantes, torres monitoras y cortinas de agua, localizada al mismo nivel donde se dispondrán la nueva toma de carga y descarga, que se aprovechará en la instalación de los nuevos elementos, no siendo necesario incrementarla.

3.2.2 Monitores de agua contra incendios.

Actualmente se dispone de dos monitores elevados de agua contra incendios para cubrir el área y elementos de descarga de GNL en los barcos, que son controlados de forma remota desde la sala de control del jetty y en la principal, por lo que no será necesario instalar nuevos equipos.

3.2.3 Cortinas de agua.

Actualmente se dispone en el pantalán de varias cortinas de agua que cubren el frente de atraque en ambas plantas del pantalán. Dicha cortina de agua estará próxima a la nueva toma de carga y descarga. Además, se dispone de un sistema de rociadores de agua que protege al depósito 10-V-01.

Dado que el sistema está dimensionado para grandes metaneros y la interfaz buque y muelle no cambia para buques pequeños, aparte de tener su cubierta principal más baja, se considera que la cortina de agua existente cumple su cometido sin necesidad de modificaciones.

3.2.4 Sistemas de polvo seco.

La ubicación de los sistemas fijos se determinará según lo establecido en la *UNE-EN 1473*. Esto es:

- Zonas de carga y descarga (de acuerdo con la Norma *UNE-EN ISO 28460*)
- Bombas de GNL.
- Válvulas ESD.
- Tuberías de descarga de las válvulas de descarga de los depósitos.

La instalación actual cuenta con una serie de extintores portátiles de 6kg y 50 kg ubicados en la zona dónde se instalará la nueva toma de carga y descarga. Adicionalmente se instalará un carro de polvo polivalente de 50kg portátil en las proximidades de la bandeja de recogida de derrames.

El agente extintor empleado en los sistemas de polvo seco estará formado a base de bicarbonato sódico o potásico.

3.3 Formación.

Con el fin de controlar una situación de emergencia, como un vertido con posible ignición, es fundamental formar a todo el personal que va a efectuar las maniobras de carga y descarga en materia de extinción de incendios.

4. Sistema de bunkering.

El sistema de bunkering asegura la trasferencia de combustible de manera segura. Debe estar diseñado para cumplir una serie de requisitos de seguridad y eficiencia en función de las circunstancias y operatividad (frecuencia de las transferencias, condiciones ambientales, tasas de transferencia y requisitos de reducción del riesgo).

El sistema de bunkering deberá cumplir con las normativas *ISO* 20519 e *ISO 18683*.

Estará compuesto por los elementos descritos a continuación, tal y como se muestra en los esquemas siguientes:

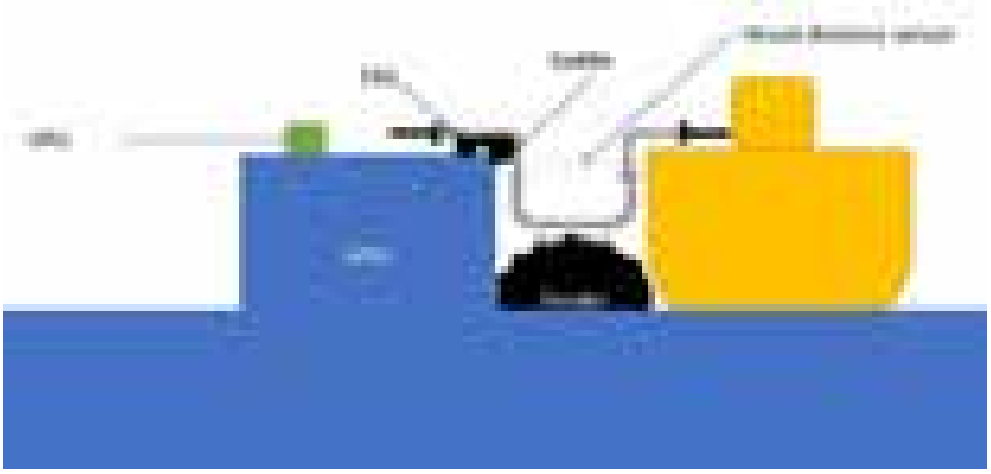


Imagen 4-1 Esquema en alzado del Sistema de bunkenring

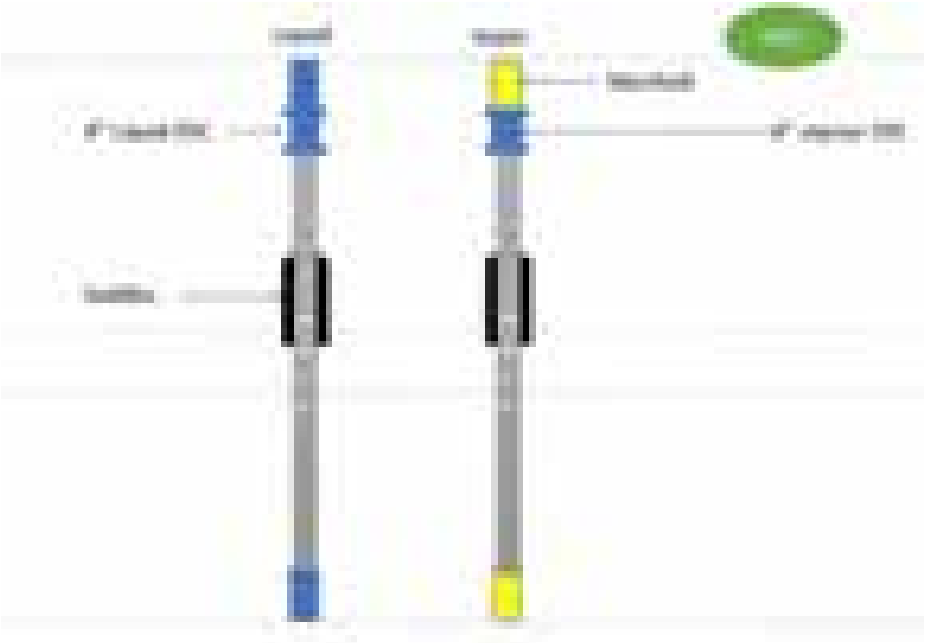


Imagen 4-2 Esquema en planta del Sistema de bunkering

Componentes Sistema de Transferencia de GNL
8" ERC (Emergency Release Couplings)
8" Cryogenic Hose (15 m – Liquid)
Hydraulic and air connection hoses
Hose saddles
Hose fall arrest system and hosebuns
Insulation & blanking flanges
6" ERC (Emergency Release Couplings)
6" Cryogenic Hose (15 m – Vapour)

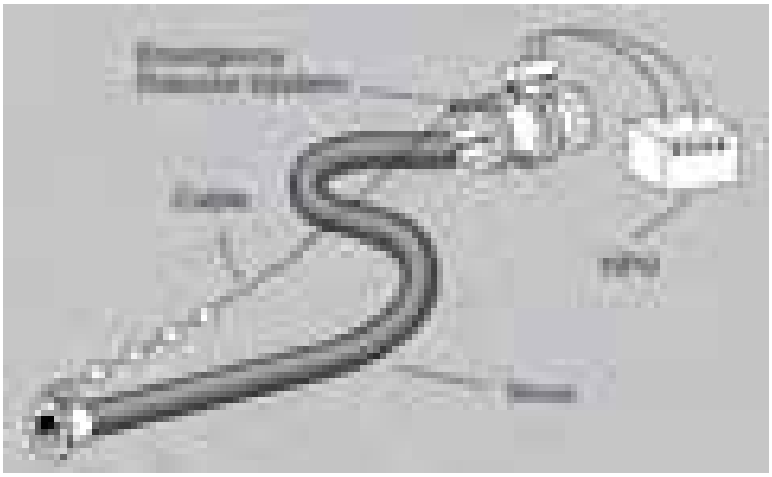
4.1 Sistema de cierre y desconexión de emergencia – ERS.

El sistema de transferencia de GNL estará equipado con un sistema ERS de desconexión de emergencia, conectado al sistema ESD. La instalación y los sistemas ESD del buque estarán interconectados con un enlace ESD para garantizar el funcionamiento coordinado de los sistemas de ESD y ERS de entrega y recepción.

El ERS protegerá el sistema de transferencia y las conexiones desconectando el sistema de transferencia, principalmente si el buque se desvía de su envolvente de operación. El ERS consistirá en un acoplamiento de liberación automática que incluirá válvulas de aislamiento con cierre estancos para minimizar la pérdida de GNL o GN cuando se active.

4.1.1 Acoplamiento de cierre y desconexión de emergencia – ERC.

El ERC (Emergency Release Coupling) se puede activar a través de la central de control (HPU – Hydraulic Power Unit) o por un mecanismo de liberación mediante un cable.



El sistema de desbloqueo hidráulico ofrece al operador un único punto de control sobre todo el ERS, lo que significa que el ERC puede ser activado por otras razones más allá de la tensión

en la manguera. Hay muchas variables de control que se pueden integrar en el sistema HPU incluyendo opciones automatizadas.

El ERC se instalará en el punto de conexión entre las mangueras y las bridas de conexión de las tuberías de suministro de combustible en el pantalán.

Imagen 4-3 ERC – Emergency Release Coupling

4.2 Mangueras.

Las mangueras utilizadas como parte del sistema de transferencia tienen que estar diseñadas para el uso de GNL.

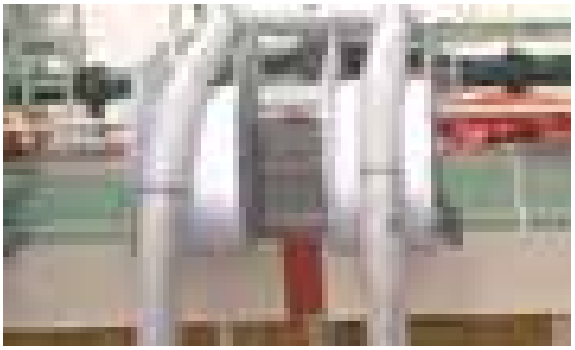


Imagen 4-4 Mangueras de composite

A continuación se muestra la tabla donde se recogen los materiales, las propiedades físicas y las características de las mangueras a utilizar:

Tabla 4-1 Materiales.

Espiral interior	Acero inoxidable 316
Revestimiento	Tejidos y películas de poliéster
Cubierta exterior	Poliamida
Espiral exterior	Acero inoxidable 316

Tabla 4-2 Propiedades físicas.

Elongación máxima	10%(de la prueba de presión)
Resistencia eléctrica	< 10 Ohm p/lgt
Giro máximo	10° p/m
Mínima presión de rotura	5x (presión de trabajo)
Máximo caudal	Bajo demanda
Máx. resistencia a la tracción	Bajo demanda
Pérdida de presión	Bajo demanda
Rango de temperatura	-196°C a/upto +50°C

Tabla 4-3 Características de la mangueras.

Diámetro interior [Inches]	Máxima presión de trabajo [bar]	Radio de curvatura [mm]	Peso [kg/m]	Largo máximo [m]
8	21	1000	21,2	30
6	21	750	13,3	30

4.3 Soportes y sistemas de detención de caídas.

Todo el equipo de transferencia deberá ser adecuadamente soportado durante las operaciones de transferencia para que se realice con seguridad bajo los parámetros de operación.

Si una manguera de transferencia o conexión cayese durante una operación de desacoplamiento normal o de emergencia podría generar fuerzas suficientes para dañar cualquier parte del sistema de transferencia, por lo que se instalará un sistema de detención de caídas de un diseño adecuado para soportar el sistema de transferencia de combustible.

Se utilizarán soportes para las mangueras conformes a las *Normas ISO 16904* o *EN 1474-3* y diseñados para soportar con seguridad las cargas (estáticas y dinámicas) impuestas por las operaciones de transferencia de GNL durante la conexión de la manguera, las operaciones de transferencia y la desconexión de la manguera en condiciones de emergencia.

Imagen 4-5 Hose Saddles and Fall Arrest System

4.3.1 Hosebuns.

Se utilizarán hosebuns para soportar las mangueras, compuestos de un polímero rojo que envuelve a la manguera permitiendo situar una eslinga en la posición adecuada sin dañar la manguera.

Tabla 4-4 Características Hosebuns

Tamaño de la manguera	8”	6”
Modelo de hosebun	HB800	HB600
Longitud [mm]	762	546
Peso [kg]	13,5	6,2
Ancho de la eslinga [mm]	153	102
Longitud de la eslinga [mm]	1.270	990
Capacidad nominal [kg]	5.443	3.628

4.4 Conexiones.

Las conexiones del sistema de bunkering entre el buque y las mangueras se dispondrán de forma que permitan el funcionamiento en seco, permitiendo conectar y desconectar las mangueras al buque, de forma rápida, segura, sin derrames ni herramientas adicionales.

4.4.1 Acoplamiento criogénico en seco

El acoplamiento criogénico en seco consiste en una unidad 'tanque' que es un tipo de válvula de no retorno (deberá adecuarse al buque de suministro) y una unidad de 'manguera' con una válvula impulsada por una leva interna para abrir las dos válvulas al mismo tiempo.

Una acción inicial de empuje y giro de la unidad de manguera proporciona la conexión con la unidad de tanque, bloqueando y sellando las dos unidades juntas.

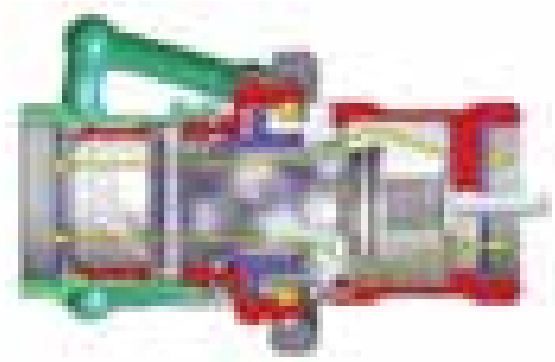


Imagen 4-6 Acoplamiento criogénico en seco (Posición conectado)

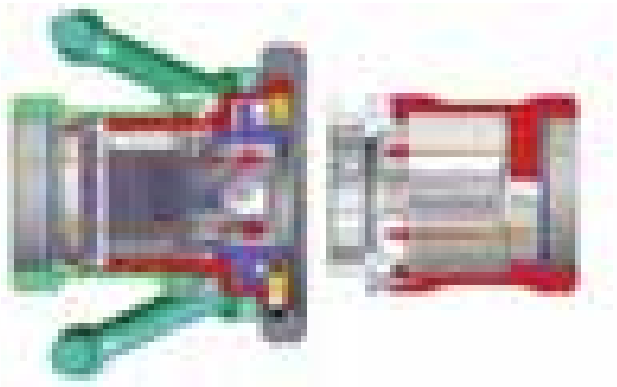


Imagen 4-7 Acoplamiento criogénico en seco (Posición desconectado)

4.5 Juntas de aislamiento.

Con el objeto de eliminar cualquier riesgo potencial de chispa o descarga eléctrica en el sistema de transferencia de combustible, se recomienda la instalación de una junta dieléctrica,

de manera que se cumplan los requisitos aplicables de la Guía de Seguridad ISGOTT, 5ª Edición.

5. Iluminación.

Debido a la iluminación existente en el pantalán, considerada suficiente de acuerdo con la normativa y los criterios de seguridad considerados para este proyecto, se requerirá únicamente la elevación de la misma en una distancia de 1 metro para evitar la interferencia con los elementos nuevos a instalar.

A continuación se adjuntan fotografías de la iluminación actual en el área del proyecto.

Imagen 5-1 Iluminación actual del pantalán en la zona de proyecto.

6. Conexión eléctrica.

En la nueva instalación, lo único que necesita alimentación eléctrica es el PLC (Panel de Control) e instrumentación con una previsión de demanda de 1kW a 230VAC desde una fuente confiable (SAI). No es necesaria una instalación específica.

Los sensores instalados en el proceso se alimentan a través del PLC, situado en la Sala de Control.

7. Equipotencial de la instalación.

Todos los elementos de la instalación deben estar al mismo potencial para evitar la generación de chispas debido a la electricidad estática y evitar el riesgo de explosión o incendio.

En los elementos de las tuberías que no estén al mismo potencial, deberá contemplarse la realización de un puente mediante elemento metálico o conductor, por ejemplo, en las bridas de unión de los elementos que las lleven, según lo establecido en la Norma UNE-EN 1473. Se debe cumplir las normas IEC, en particular la *IEC 60364. Instalaciones eléctricas de baja tensión.*

ANEJO Nº7

CONTROL DE CALIDAD

Contenido

1. INTRODUCCIÓN. 5
2. OBJETIVO Y ALCANCE. 5
3. DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE CALIDAD. 7
4. PROCEDIMIENTOS DE IMPLANTACIÓN DE LA NORMA ISO 9001:2015 7
4.1 CONTROL DE LOS DOCUMENTOS 7
4.2 CONTROL DEL DISEÑO Y DEL DESARROLLO. 9
4.3 VERIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS. 11
4.4 CONTROL DE INSTALACIONES DE GAS NATURAL LICUADO 12
4.5 SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DEL PRODUCTO 12
4.6 INSPECCIÓN Y PRUEBA DE LA INSTALACIÓN DE GNL. 13
5. DOCUMENTACIÓN PARA LA LEGALIZACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN. 14
6. PROGRAMAS DE PUNTOS DE INSPECCIÓN. 15

1. Introducción.

La empresa que resulte adjudicataria del proyecto de ejecución de las obras correspondientes a la adecuación de la instalación de la terminal de SAGGAS para el suministro de GNL a pequeños buques deberá presentar un Plan de Calidad cumpliendo con los requisitos establecidos por el cliente.

2. Objetivo y alcance.

El objeto del Plan de Calidad deberá satisfacer los requisitos del cliente tanto legales como reglamentarios asegurando la disponibilidad de recursos.

El alcance del Plan de Calidad abarca todas las actividades relativas a los trabajos de diseño, instalación, y legalización de los trabajos de conexión y derivación de tuberías de GN y GNL en la ampliación del puerto de Sagunto.

Como punto de partida se deberán indicar los siguientes datos:

- ✓ Peticionario del Plan de Calidad.
- ✓ Titular de la instalación objeto del Plan de Calidad.
- ✓ Emplazamiento de la Instalación objeto del Plan de Calidad.

El emplazamiento son las instalaciones de suministro de GNL de la empresa SAGGAS en su terminal del Puerto de Sagunto. El emplazamiento podrá quedar reflejado gráficamente de manera similar a:

Imagen 2.1 Puerto de Sagunto

Imagen 2.2 Terminal de SAGGAS

Imagen 2.3 Pantalán de suministro de GNL

3. Descripción del Plan de Calidad.

El Plan de Calidad se deberá desarrollar a partir de los procedimientos de control de calidad que se encuentran recogidos en la norma *UNE-EN ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001:2015)*.

Se reflejarán aquellos procedimientos que son de aplicación en los trabajos de diseño, instalación y legalización de los trabajos de conexión y derivación de tuberías de GN y GNL en el Puerto de Sagunto.

4. Procedimientos de implantación de la Norma ISO 9001:2015

4.1 Control de los documentos

Se deberán reflejar los siguientes contenidos:

- Objeto del control de los documentos.
- Alcance.
- Documentación aplicable. Se seguirá el capítulo 7, apartado 7.5. "Información documentada" de la Norma *UNE-EN-ISO 9001:2015*, así como otra documentación externa de normativas que resulten aplicables.

- Responsabilidades.
- Elaboración de los documentos, incluyendo:

  - Datos identificativos de los procedimientos:
    Figurando en portada la siguiente información:
    - Nombre de la empresa.
    - Nombre genérico del documento.
    - Código del documento.
    - Revisión del documento.
    - Nº de página sobre el total de páginas.
    - Índice de contenido.
    - Modificación respecto la revisión anterior.
    - Firmas de revisión y aprobación.
  - Estructura de los procedimientos:
    Adoptando, como mínimo, los siguientes contenidos:
    - Objeto: motivo por el cual se elabora el documento.
    - Alcance: Se señala el ámbito o campo de aplicación del documento.
    - Documentación aplicable: Normas, especificaciones y otros documentos que hayan servido de base para su redacción, o con las que se deba cumplir.
    - Responsabilidades: Se indican las personas o departamentos responsables de la actividad que se describe.
    - General y definiciones: Explicación de la terminología, cuando se considere oportuno para exponer la información que ayude a la comprensión del documento.
    - Descripción de la actividad u operación: Descripción detallada de lo que debe hacerse, quién debe hacerlo, el nivel de especialización necesario (si procede), cuando debe hacerse, en qué orden, materiales y equipos que deben emplearse y criterios de aceptación, cualitativos o cuantitativos, si es requerido, se completará con el Diagrama de flujo de la actividad u operación.
    - Documentación complementaria (opcional): Indicar código y nombre de los procedimientos específicos elaborados que complementan el procedimiento general.
    - Registros: Relación de documentos de origen externo o interno que son considerados registros, del procedimiento, (Pedidos cliente, certificados, albaranes u otros), indicados en procedimientos para el desarrollo de la actividad descrita en el mismo.
    - Anexos: Se adjuntan como anexo los formatos de los registros a utilizar en la aplicación de lo establecido en el procedimiento Si se considera

necesario se dan las instrucciones aclaratorias para su cumplimentación y trámite.

- Datos identificativos y estructura de otros documentos:
  Se deberá indicar la información y documentación que quede fuera del ámbito de los procedimientos del Plan de Calidad, reflejando el objetivo de los mismos (por ejemplo, la realización del mantenimiento) así como las responsabilidades.
- Codificación de los procedimientos e instrucciones:
  Se indicarán las codificaciones que se emplearán en los documentos de calidad internos de la empresa adjudicataria.

- Emisión, modificación, distribución y archivo:

  - Emisión:
    Se indicarán los procedimientos de emisión de documentos, así como los pasos previos y posteriores.
  - Modificación:
    Se reflejará cuál será el departamento que realice las modificaciones y el formato de las mismas, señalando cuáles son los apartados afectados y el número de revisión a que corresponden.
  - Distribución y archivo:
    Se deberán indicar los procedimientos a seguir para el archivo y distribución de documentos, nombrando a los responsables de dichas tareas, incluyendo el procedimiento y los responsables de la retirada y la destrucción de los documentos obsoletos.

- Desviaciones o no conformidades:
  Identificación y detección de las mismas y establecimiento de procedimientos para su registro, valoración y subsanación.
- Registros:
  Indicando cuál es la documentación que permanecerá archivada, periodo de tiempo durante el cual lo estará y el responsable de su archivo.

4.2 Control del diseño y del desarrollo.

Deberá presentarse como parte del Plan de Calidad, un documento de Control del Diseño y del Desarrollo, que contendrá como mínimo los siguientes aspectos:

- Definiciones. Se añadirá en este apartado, al menos, las siguientes definiciones, junto con aquellas otras que se consideren oportunas para la mejor comprensión del Plan:

  Diseño y desarrollo: Conjunto de procesos que transforman los requisitos en características especificadas o en especificaciones de un producto, proceso o sistema.

Nota: Los términos diseño y desarrollo algunas veces se utilizan como sinónimos y algunas veces se utilizan para definir diferentes etapas de todo el proceso de diseño y desarrollo.
Puede aplicarse un calificativo para indicar la naturaleza de lo que se está diseñando y desarrollando (por ejemplo diseño y desarrollo del producto o diseño y desarrollo del proceso).
No se considerará diseño la simple "aplicación, modificación o adaptación de diseños y procesos de eficacia comprobada, para cumplir diferentes requisitos del cliente". Algunos ejemplos son:

- Modificación de una instalación que no requiere nuevos cálculos.
- Sustitución de parte de una instalación por otra equivalente

Se considerará diseño "cuando el producto o servicio que se propone es nuevo o innovador y deben ser aplicados los principios básicos de la disciplina de que se trate o los principios básicos de la ingeniería para cumplir las especificaciones del nuevo producto o de la nueva aplicación". Algunos ejemplos son:

- Diseño de una nueva instalación que debe soportar determinadas cargas.
- Diseño de una modificación de una instalación que debe cumplir nuevas prestaciones.

Revisión del Diseño: Examen sistemático, documentado y completo de un diseño, para evaluar su capacidad para cumplir los requisitos para la calidad, identificar problemas, si existen, y proponer el desarrollo de soluciones.

Nota: En cualquier fase del proceso de diseño puede realizarse una revisión del diseño pero, en cualquier caso, debería de realizarse a la terminación del proceso.

Verificación: Confirmación mediante el examen y la aportación de evidencias objetivas de que se han cumplido los requisitos especificados.

Nota: En el diseño y el desarrollo, la verificación se refiere al proceso de examinar el resultado de una determinada actividad para determinar su conformidad con los requisitos establecidos para el avance de dicha actividad.

Validación: Confirmación mediante el examen y la aportación de evidencies objetivas de que se han conseguido los requisitos particulares para una utilización específica prevista.

Nota: En el diseño y el desarrollo, el termino validación se refiere al proceso para determinar la conformidad con las necesidades del usuario.
La validación se efectúa normalmente sobre el producto final en condiciones de operación definidas. Puede ser necesaria en etapas anteriores.
Se pueden realizar múltiples validaciones si existen diferentes usos previstos.

- Objeto: descripción fase a fase de las actividades del diseño y desarrollo.
- Alcance.
- Documentación aplicable. Será de aplicación el Capítulo 8, apartado 8.3 "Diseño y desarrollo de productos y servicios" de la Norma *UNE-EN-ISO 9001:2015*.
- Responsabilidades.

- Metódica. Se indicará cómo se aborda el diseño por parte de la empresa adjudicataria.
- Modificaciones o cambios en el diseño. Se diferenciará, en su caso, entre las modificaciones durante el proceso de diseño y modificaciones de diseños existentes indicando las posibles incidencias que puedan producirse.
- Diseños. Se indicarán, en su caso, los tipos de diseño que se establezcan en el plan, así como la planificación de los mismos, procedimientos de revisión, verificación, validación, etc.
  Deberá quedar reflejada la inclusión de un Plan de Diseño que contendrá la planificación del diseño, la asignación de responsabilidades y señalará aquellas fases del proceso que se realicen por empresas o personal externo.

  La documentación para la planificación y control del diseño contendrá como mínimo:

  - Responsable del Diseño (Director de Obra).
  - Planos de prefabricación.
  - Proyecto.
  - Pre-montaje taller.
  - Montaje obra.
  - Puesta en Marcha.

  Los datos finales obtenidos del diseño pueden consistir en:

  - Formulación.
  - Planos.
  - Parámetros de proceso a tener en cuenta.
  - Criterios de aceptación del producto acabado.
  - Planes de control de calidad.
  - Otros.

- Desviaciones o no conformidades. Identificación y detección de las mismas y establecimiento de procedimientos para su registro, valoración y subsanación.
- Anexos. Listado de los Anexos al Plan de Calidad, indicando el contenido de los mismos.

4.3 Verificación de los productos.

Dentro del Plan de Calidad, se deben verificar los productos utilizados, para lo cual se deberá elaborar un documento que contendrá, como mínimo, lo siguiente:

- Objeto.
- Alcance.
- Documentación aplicable.

  - Capítulo 7, apartado 7.4.3. "Verificación de los productos comprados" de la Norma *UNE-EN-ISO 9001:2015*.
  - Planos y catálogos de equipos.
  - Especificaciones de calidad de materiales.
- Responsabilidades.
- Inspección de los productos. Se establecerán los procedimientos de inspección de los productos que se emplearán en la ejecución del proyecto, tanto en la fase de recepción como en la de puesta en marcha.
- Desviaciones o no conformidades. Identificación y detección de las mismas y establecimiento de procedimientos para su registro, valoración y subsanación.
- Registros. Indicando cuál es la documentación que permanecerá archivada y periodo de tiempo durante el cual lo estará.

4.4 Control de Instalaciones de Gas Natural Licuado.

Para una instalación de suministro de GNL se debe incluir en el Plan de Calidad un documento relativo al Control de Instalaciones de GNL, conteniendo como mínimo los siguientes aspectos:

- Objeto.
- Alcance.
- Documentación aplicable.
  - Normativa *UNE 60210:2015*.
- Responsabilidades.
- Ejecución del proyecto. Se indicarán las secuencias de operaciones para la ejecución del proyecto, así como el personal responsable asignado a cada tarea.
- Montaje de la instalación. Procedimientos que se seguirán para el montaje de la instalación, diferenciación de trabajos en función de los criterios que se consideren oportunos para cada caso, por ejemplo, si son secuenciales o se ejecutan en paralelo.
- Inspección de la instalación. Asignación de un responsable para la verificación del trabajo realizado.
- Desviaciones o no conformidades. Identificación y detección de las mismas y establecimiento de procedimientos para su registro, valoración y subsanación.

4.5 Seguimiento y medición del producto.

Una parte importante del Plan de Calidad es el Seguimiento y Medición del producto, para lo que como parte del mismo, se deberá incluir un documento reflejando lo siguiente:

- Objeto.
- Alcance.

- Documentación aplicable. Capítulo 8. apartado 8.2.4. "Seguimiento y medición del producto" de la Norma *UNE-EN-ISO 9001:2015*.
- Responsabilidades.
- Desarrollo del seguimiento y de la medición del producto.
- Desviaciones o no conformidades. Reflejando en un listado todo aquello que suponga una no conformidad dentro de los procedimientos de seguimiento y medición del producto, y las acciones que se llevarán a cabo frente a ellas.
- Anexos.

4.6 Inspección y prueba de la instalación de GNL.

Al tratarse de una instalación de Gas Natural Licuado, como parte del Plan de Calidad se incluirá un documento para la inspección y prueba de la instalación, comprendiendo los siguientes aspectos:

- Objeto.
- Alcance.
- Documentación aplicable.
    - Normativa *UNE 60210:2015*.
- Responsabilidades.
- Desarrollo de las inspecciones que se efectuarán y de las pruebas que se realicen.
- Desviaciones o no conformidades. Reflejando en un listado todo aquello que suponga una no conformidad dentro de los procedimientos de inspección y prueba de la instalación de GNL, y las acciones que se llevarán a cabo frente a ellas.
- Anexos.

5. Documentación para la legalización y puesta en servicio de la instalación.

La instalación formará parte de la Planta de Regasificación de Sagunto. Dicha instalación ya cuenta con sus autorizaciones y licencias para las actividades que desarrolla, entre las cuales se encuentra la carga de buques, por lo tanto en principio la carga de pequeños buques feeder o buques nodriza debería estar cubierta por esta licencia, no así el suministro directo como combustible a buques, aún por definir.

Partiendo de la base que falta definir, por parte de la Delegación de Industria y Energía de la Generalitat Valenciana, el procedimiento a seguir para la legalización de la instalación, a continuación se citan, a modo orientativo, los documentos mínimos generalmente requeridos para una instalación industrial de este tipo:

- Proyecto para autorización administrativa. (Valido para presentar a la Delegación correspondiente para que indique los trámites a seguir)
- Proyecto de ejecución de instalaciones.
- Certificados de instalación ATEX.
- Certificados de fabricantes.
- Medición de tierras.
- Proyectos específicos de seguridad industrial que se vean afectados (Equipos a presión, equipos de baja tensión…)
- Certificados de Dirección Facultativa.
- Acta de pruebas avalada por organismo de control autorizado.
- Cualquier otra documentación o certificado que pudiera requerir la Delegación Territorial correspondiente para la legalización de las instalaciones.

Lo innovador de la instalación impide ajustarse a procedimientos establecidos, siendo precisamente uno de los objetivos del presente proyecto servir de ayuda para el establecimiento de estos, de aplicación a futuros casos.

Además, para poder llevar a cabo un seguimiento de la instalación y poder así disponer de toda la documentación relativa a calidad con el fin de facilitar los trámites administrativos posteriores, la empresa adjudicataria de los trabajos deberá disponer de un archivo documental que contenga, como mínimo, lo siguiente:

- Certificado de materiales base.
- Certificado de materiales de aportación.
- Certificado de fabricación de equipos.
- Certificados de equipos de instrumentación y control.
- Certificado de calibración de equipos de medida e instrumentación.

- Homologación de soldadores.
- Procedimientos de soldadura.
- Libro de soldadura.
- Plano de soldaduras.
- Informes de ensayos no destructivos.
- PPI (Programas de Puntos de Inspección)
- Actas de pruebas.
- Planos As-built.
- Certificados varios.

Esta documentación estará siempre disponible en obra para seguimiento de la dirección facultativa y de la propiedad, organismo de control autorizado o de la administración pública que lo requiera.

La documentación a presentar a SAGGAS al finalizar los trabajos, se recopilará y cumplimentará siguiendo las directrices de SAGGAS.

En concreto se entregará al menos la siguiente documentación:

- ✓ Manual de funcionamiento.
- ✓ Aprobación por Organismo Oficial.
- ✓ Acta de Puesta en Marcha.
- ✓ Dossier de calidad de los principales materiales.
- ✓ El proyecto As-Built de la instalación, incluyendo todas las modificaciones realizadas a lo largo de la obra y como producto de las pruebas de legalización y certificación de las instalaciones.

Dicha documentación también deberá presentarse a la Capitanía Marítima, quien finalmente otorgará la autorización final.

6. Programas de Puntos de Inspección.

Para la ejecución de las instalaciones objeto del Plan de Calidad, se elaborarán los Programas de Puntos de Inspección (PPI), para las siguientes fases:

- Recopilación de Materiales:
  - En taller.
  - En obra.
  - De fabricación propia.
- Fabricación de elementos por bloques en taller.
- Fabricación en obra.

ANEJO Nº8

PROGRAMA DE TRABAJO

Contenido

1. PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS.....5

1. Programación de los trabajos.

Los trabajos programados incluyen las fases de ingeniería de detalle, compras y suministro, pre-montaje en taller, transporte de materiales a obra, montaje en obra y ejecución de pruebas, encaminadas a la validación y certificación de la instalación.

Una vez ya realizadas las pruebas reglamentarias, se procederá a realizar las siguientes fases:

- Pre-comisionado: En esta fase se validará la instalación realizada, comprobando el funcionamiento de válvulas manuales, automáticas, funcionamiento de la señales, comunicaciones con el sistema SCD, el sistema ESD y el F&G, previo a la introducción de GNL en la instalación. También se realizará un inertizado de la instalación con nitrógeno y se comprobará la no presencia de humedad.

- Comisionado: En esta fase se empezará a introducir gas en las tuberías mediante el sistema de enfriado para purgar la instalación y quitar el nitrógeno de su interior. Se pondrá en funcionamiento el enfriamiento y se comprobará la respuesta de todos los equipos previo a la Puesta en Marcha ya con GNL.

- Puesta En Marcha: En esta fase, ya se dispondrá de la presencia del buque para su carga. Estando ya la instalación en frío se empezará a realizar la primera carga, controlando de manera especial el funcionamiento de todos los equipos y respuesta de ellos ante el caudal de descarga, que será incrementado poco a poco hasta llegar a su máximo de diseño, verificando así el buen funcionamiento y respuesta de la instalación.

Durante el periodo de acopio de material, montaje y pruebas deberá tenerse en cuenta que no se debe interferir en la operativa normal de la planta por lo que ante cualquier operación de carga o descarga en el atraque de SAGGAS se deberán interrumpir las operaciones y dejar todo el material y medios dispuesto de forma que no supongan ningún peligro o molestia en la operación normal.

Dada la frecuencia actual de recepción de grandes buques en SAGGAS se estima que la demora debida a este concepto puede estar en torno a los 15 días.

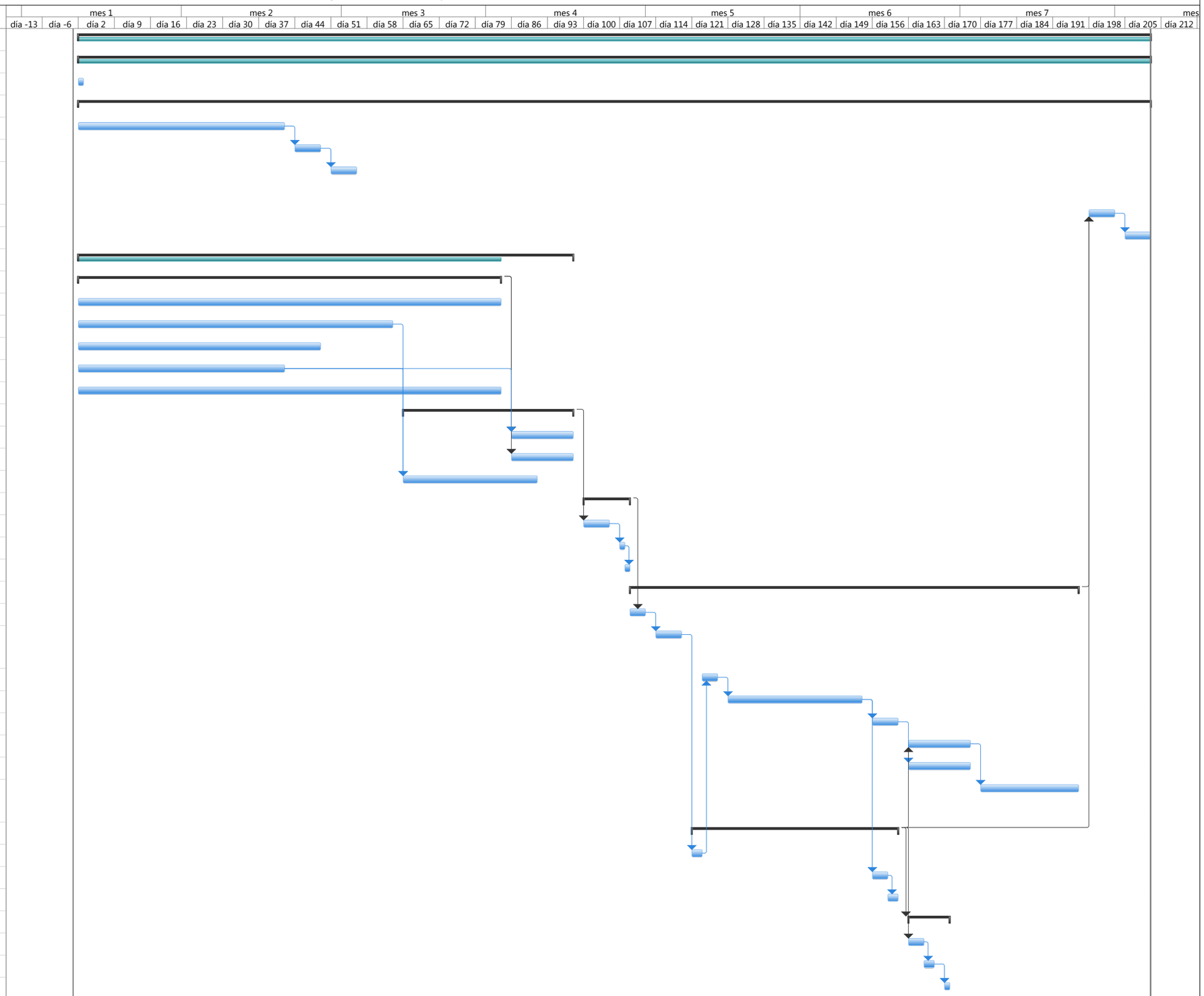
De cualquier manera la dirección de obra y contratista deberán coordinarse adecuadamente con el departamento de operaciones de SAGGAS y planificar adecuadamente los trabajos en función de las escalas previstas.

En total la duración estimada para el proyecto es de: 150 días hábiles (7 meses), de los que buena parte corresponden al pedido y suministro de los componentes (alrededor de 4 meses).

Se adjunta a continuación el plan de trabajo propuesto.

Programación de los trabajos

Id	Nombre de tarea	Duración
1	<Tarea de resumen nueva>	150 días
2	Obra de adecuación del pantalán de SAGGAS	150 días
3	Petición oficial de pedido	1 día
4	Ingeniería	150 días
5	Detalle	30 días
6	Revisión de la ingiería	5 días
7	Estudio de conformidad con UNE EN 1473 del proyecto	5 días
8	As built	5 días
9	Documentación final	5 días
10	Compras	70 días
11	Válvulas e instrumentación	60 días
12	Válvulas de bola para los Hot Tap	60 días
13	Válvulas de globo	45 días
14	Caudalímetro másico de Coriolis	35 días
15	Material mecánico	30 días
16	Material eléctrico	60 días
17	Premontaje En Taller	25 días
18	Valvulas e instrumentación	10 días
19	Cableado	10 días
20	Tuberías y válvulas	20 días
21	Transporte de materiales a obra	7 días
22	Preparación de materiales para envío	5 días
23	Transporte	1 día
24	Descarga de materiales en obra	1 día
25	Montaje	63 días
26	Posicionamiento de equipos	3 días
27	Inertización de conducciones e instalación piezas HOT TAP	5 días
28	Realización de los HOT TAP	3 días
29	Trabajos mecánicos	20 días
30	Trabajos eléctricos	5 días
31	Aislamiento de tuberías	10 días
32	Instalación instrumentación y control	10 días
33	Demoras debidas a coordinación con operación normal de la planta	15 días
34	Pruebas y ensayos no destructivos	30 días
35	Ensayos no destructivos piezas HOT TAP	2 días
36	Ensayos no destructivos	3 días
37	Pruebas de presión	2 días
38	Puesta en marcha de la instalación	6 días
39	Precomisionado	3 días
40	Comisionado	2 días
41	Primera puesta en marcha	1 día



ANEJO Nº9

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Contenido

MEMORIA

1. OBJETO. 7
2. LOCALIZACIÓN DEL ENTORNO DE LA OBRA. 8
3. DATOS GENERALES DE LA MEMORIA Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. 8
4. PRESUPUESTO DEL ESTUDIO. 8
5. PLAZO DE EJECUCIÓN. 9
6. IDENTIFICACIÓN DE LOS CENTROS SANITARIOS MÁS PRÓXIMOS A LA OBRA. 9
7. INSTALACIONES PROVISIONALES PREVISTAS PARA LOS TRABAJADORES. 10
8. DISPOSICIONES MÍNIMAS RELATIVAS A LOS LUGARES DE TRABAJO EN OBRA. 12
   - 8.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN. 12
   - 8.2 ESTABILIDAD Y SOLIDEZ. 12
   - 8.3 INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y REPARTO DE ENERGÍA. 13
   - 8.4 VÍAS Y SALIDAS DE EMERGENCIA. 13
   - 8.5 DETECCIÓN Y LUCHA CONTRA INCENDIOS. 13
   - 8.6 VENTILACIÓN. 14
   - 8.7 EXPOSICIÓN A RIESGOS PARTICULARES. 14
   - 8.8 TEMPERATURA. 14
   - 8.9 ILUMINACIÓN. 14
   - 8.10 PUERTAS Y PORTONES. 15
   - 8.11 VÍAS DE CIRCULACIÓN Y ZONAS PELIGROSAS. 15
   - 8.12 PRIMEROS AUXILIOS. 15
   - 8.13 SERVICIOS HIGIÉNICOS. 16
   - 8.14 DISPOSICIONES VARIAS. 16
9. UNIDADES DE OBRA CONSTRUCTIVAS. 16
10. IDENTIFICACIÓN Y MEDIDAS PREVENTIVAS POR UNIDAD DE OBRA DE RIESGOS NO EVITABLES EN INSTALACIÓN CON PRESENCIA DE GN/GNL. 17
    - 10.1 UNIDAD DE OBRA: DELIMITACIÓN DE ZONA DE TRABAJO. 17
    - 10.2 UNIDAD DE OBRA: ACOPIO DE MATERIALES. 20
    - 10.3 UNIDAD DE OBRA: COLOCACIÓN DE TUBERÍAS (AÉREAS). 24
    - 10.4 UNIDAD DE OBRA: INSTALACIÓN DE VÁLVULAS Y EQUIPOS. 28
    - 10.5 UNIDAD DE OBRA: PRUEBAS DE PRESIÓN Y ESTANQUEIDAD. 31
11. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN SITUACIONES Y TRABAJOS ESPECIALES. 34
    - 11.1 TRABAJOS DE CARGA Y DESCARGA DE MATERIALES. 34
    - 11.2 APAREJOS DE IZAR. 35

11.2.1 Equipos de elevación. 35
11.2.2 Acopio de materiales y equipos. 36
11.3 PRECAUCIONES EN TRABAJOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA DEL GAS. 36
11.4 TRABAJOS RELACIONADOS CON LA ELECTRICIDAD. 37
11.5 TRABAJOS DE SOLDADURA. 38
11.5.1 En Acero. 38
11.6 TRABAJOS DE RADIOGRAFIADO 41
11.6.1 Medidas preventivas. 41
11.7 TRABAJOS EN PRESENCIA DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS. 44
11.7.1 Medidas preventivas. 44
11.7.2 Señalización de emplazamientos peligrosos con riesgo de explosión. 46
11.7.3 Formación e información de los trabajadores. 46
11.8 TRABAJOS CON LÍQUIDOS CRIOGÉNICOS (GNL). 47
11.9 TRABAJOS INCLUIDOS EN EL ANEXO II DEL R. D.1627/97 49
11.10 TRABAJOS DE PRUEBAS. 49
11.10.1 Pruebas de estanqueidad (hidráulica y/o neumática) 49

12. IDENTIFICACIÓN Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS RIESGOS LABORALES DE LAS MÁQUINAS Y MEDIOS AUXILIARES UTILIZADOS EN LAS FASES DE LA OBRA. 51

12.1 MAQUINARIA. 52
12.1.1 Herramientas eléctricas. 52
12.1.2 Grúas autopropulsadas. 56
12.1.3 Maquinaria de obra 58
12.1.4 Medios Auxiliares. 63

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES

1. NORMAS LEGALES Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN. 67

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL. 72

2.1 NECESIDAD DE USO. 72
2.2 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL. 72
2.3 ADQUISICIÓN DE EPI. 72
2.4 NORMALIZACIÓN INTERNA DE USO. 73
2.5 REQUISITOS GENERALES. 73
2.6 CRITERIOS DE ELECCIÓN DE LOS EPI'S. 74

3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA. 80

3.1 VALLAS AUTÓNOMAS DE LIMITACIÓN Y PROTECCIÓN. 80
3.2 CINTA DE SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO. 80
3.3 BARANDILLAS. 80
3.4 CUBIERTAS. 81
3.5 PLATAFORMA DE TRABAJO. 81
3.6 ESCALERAS DE MANO. 81
3.7 ANDAMIOS TUBULARES METÁLICOS. 81

3.8 INTERRUPTORES DIFERENCIALES Y TOMAS DE TIERRA. 82
3.9 EXTINTORES. 82
4. IDENTIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN. 82
5. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR. 83
6. OBLIGACIONES DEL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD. 83
6.1 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE EJECUCIÓN. 83
7. DIRECCIÓN FACULTATIVA. 84
7.1 LIBRO DE ÓRDENES Y LIBRO DE INCIDENCIAS. 85
7.2 CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA. 86
8. OBLIGACIONES ESPECÍFICAS DE CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA. 86
9. CONTRATISTA. 87
9.1 COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD. 87
9.2 DELEGADOS DE PREVENCIÓN. 87
9.3 COMPETENCIAS Y FACULTAD DE LOS DELEGADOS DE PREVENCIÓN. 88
9.4 GARANTÍA Y SIGILO PROFESIONAL DE LOS DELEGADOS DE PREVENCIÓN. 88
9.5 PERSONAL DIRECTIVO, TÉCNICO Y DE LOS MANDOS INTERMEDIOS. 88
9.6 TRABAJADORES. 89
9.7 RECURSO PREVENTIVO. 89
9.8 PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE ACCESO A OBRA. 90
9.9 PROCEDIMIENTO ANTE UN ACCIDENTE. 92
9.10 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD. 92
9.11 RECONOCIMIENTOS MÉDICOS. 93
9.12 PRIMEROS AUXILIOS: PLAN DE EMERGENCIA 93
PLANOS
1. EPIS 97

MEMORIA

1. Objeto.

En el presente Estudio de Seguridad y Salud se analizan, estudian y desarrollan los riesgos y medidas preventivas derivadas del Proyecto para la conexión y derivación de tuberías de GN y de GNL, que se realizará en el puerto de Sagunto.

El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes establecidos en el art. 4 del R. D. 1627/97:

- El presupuesto de ejecución por contrata sea igual o superior a 450.759,08 euros (que incluye el IVA según la guía publicada por Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimado, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas

Teniendo en cuenta estos aspectos, si la empresa adjudicataria hubiera presentado una oferta en la que alguna de estas circunstancias se cumpliera, ésta debería realizar el Estudio de Seguridad y Salud completo. No obstante lo cual, como directrices en materia de Seguridad y Salud, se redacta el presente Anejo en concepto Estudio Básico.

El presente estudio establece las normas y recomendaciones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales durante la construcción de las instalaciones objeto del proyecto. Las citadas instalaciones tienen por finalidad el suministro de gas natural a las embarcaciones del puerto.

Este estudio servirá para dar las directrices básicas a la Empresa Constructora a fin de que ésta pueda desarrollar y llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos, facilitando su desarrollo bajo el control de la Dirección Facultativa de acuerdo con el R. D. 1627/1997 de 24 de Octubre. Estas obligaciones serán plasmadas en el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista.

El objeto de este Estudio de Seguridad y Salud es el de establecer un adecuado nivel de protección de la seguridad y salud de los trabajadores, frente a los riesgos derivados de las condiciones de los trabajos a realizar objeto del presente proyecto.

Asimismo, el presente Estudio de Seguridad y Salud pretende dar respuesta a las obligaciones de coordinación de las actividades empresariales establecidas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos y que se desarrollan en el R. D. 171/2.004 de 30 de enero. En concreto, con este Estudio de Seguridad y Salud se da cumplimiento a las obligaciones de información del empresario titular establecidas en el artículo 7 del citado R. D. 171/2.004.

Los riesgos que pueden estar presentes en estos trabajos y las medidas preventivas recomendadas, dependen del propio sistema de ejecución de la instalación que emplee el Contratista y de las circunstancias particulares de su operativa, por lo cual la identificación de los riesgos que se realiza en este estudio debe ser analizada y complementada por el Contratista en ese Plan de Seguridad y Salud.

2. Localización del entorno de la obra.

El terreno sobre el que se proyecta la obra de instalación de gas natural, estará situado en el puerto de Sagunto, en la Planta de Regasificación de Sagunto (SAGGAS).

3. Datos generales de la memoria y del estudio de seguridad y salud.

Los datos del titular propietario de la instalación proyectada en este documento y peticionario, son los siguientes:

PLANTA DE REGASIFICACIÓN DE SAGUNTO , S.A. (SAGGAS)

C.I.F.: A-83150060

Domiciliada en Ampliación Puerto de Sagunto, Contradique Sur, s/ n, 46520 Puerto de Sagunto (Valencia)

4. Presupuesto del estudio.

El Presupuesto de Ejecución Material de la obra asciende a 1.041.727,42 € siendo el presupuesto del estudio de Seguridad y Salud del orden del 3% del Presupuesto de Ejecución Material de la obra, que se estima por lo tanto en unos 42.051,82 €.

5. Plazo de ejecución.

Las obras que amparan el presente Estudio de Seguridad y Salud están previstas que se ejecuten en un plazo aproximado de 150 días.

6. Identificación de los centros sanitarios más próximos a la obra.

Se deben establecer las distancias mínimas en kilómetros desde la posición de la obra, hasta el hospital más cercano (itinerario de evacuación) según la gravedad del accidente ocurrido.

Se relacionarán los centros de atención médica más próximos (locales, comarcales o regionales) del lugar en que se ubica la obra, para posibilitar la elección del itinerario más corto y conveniente en cada tipo de accidente que eventualmente se produzca. La relación incluirá las direcciones y teléfonos de Centros de Salud, Centros de Atención Primaria, Hospitales Comarcales o de importancia, y Hospitales a los que llevar a los heridos más graves en caso de accidente.

Todos los traslados de lesionados graves se realizarán mediante ambulancia, se prohíbe expresamente utilizar vehículos particulares para el traslado de heridos graves al hospital.

Los lesionados leves deberán ser acompañados al dispensario. No se permitirá seguir trabajando a un lesionado leve sin antes haber sido atendido por un médico.

Es importante reseñar que, el contratista también deberá incluir en su Plan de Seguridad y Salud los Centros Sanitarios y sus respectivos itinerarios de acceso desde la obra, teniendo en cuenta los servicios que cada uno de ellos haya contratado y la disponibilidad o no de medios sanitarios para atender a posibles accidentados.

Igualmente se incluirá la dirección de las ambulancias y teléfonos de las empresas más próximas, así como los de la Cruz Roja que se encuentre en las proximidades (actualmente coordinado por el teléfono de emergencias 112).

Se indicaran los números de teléfono de los servicios locales de emergencias.

Cualquier accidente o incidente del tipo que sea y que pueda afectar o haya afectado a la seguridad de bienes, personal de obra, transito exterior y/o peatones deberá ser comunicado de inmediato a la Propiedad y al Coordinador de Seguridad, aunque no se haya producido ningún daño.

TELÉFONOS DE AYUDA EXTERNA	
DENOMINACIÓN	TELÉFONOS
CENTRO DE COORDINACIÓN DE EMERGENCIAS	112
URGENCIAS SANITARIAS	
Urgencias Sanitarias	061 / 112
Centro asistencial más cercano: Consultorio auxiliar de Port de Sagunt/ Puerto de Sagunto El Balarde. Dirección: Generalitat , S/N (Sagunto).	962 617 656
Hospital más cercano: Hospital de Sagunto. Dirección: Av Ramón y Cajal, S/N. (Sagunto).	964 133 105
INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA	
Información toxicológica	915 620 420
BOMBEROS	
Bomberos de Sagunto	962 65 08 89
FUERZAS Y CUERPOS DE SEGURIDAD	
Policía Local de Sagunto.	962 65 58 84
Policía Autonómica Valencia.	963 175 400
Policía Nacional	091/962 670 091
Guardia Civil (Urgencias)	062/962 698 107
ORGANISMOS OFICIALES	
Ayuntamiento Bilbao	962 65 58 58

7. Instalaciones provisionales previstas para los trabajadores.

Las instalaciones previstas para los trabajadores dependerán principalmente de la duración y tipo de obra que se vaya a realizar.

Según el R. D. 1627/1997, que establece las condiciones aplicables a los servicios higiénicos, y la guía de aplicación del mismo, que establece criterios de interpretación de la necesidad de los mismos en los lugares de trabajo, así como el R. D. 486/1997, se dispondrá de las instalaciones higiénicas y de bienestar debidamente dotadas para el número de trabajadores que intervengan en la obra, o de una organización tal que garantice a todos los trabajadores el acceso a las siguientes instalaciones:

- Vestuarios: estarán provistos de asientos, armarios y taquillas individuales con llave, con capacidad suficiente para guardar la ropa y calzado. Tendrán también la función de almacén de algunas herramientas de pequeñas dimensiones. En nuestro caso no aplicará ya que vendrán cambiados desde el Hotel.

  Los lugares de trabajo dispondrán de vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo y no se les pueda pedir, por razones de salud o decoro, que se cambien en otras dependencias.

- Aseos: El lugar de trabajo dispondrá, en las proximidades de los puestos de trabajo, de un Baño químico de alquiler con agua corriente, jabón y toallas individuales u otro sistema de secado con garantías higiénicas. El retrete dispondrá de descarga automática de agua y papel higiénico.

  Los vestuarios y aseos no tienen por qué estar en el lugar físico en el que se realicen las obras, pudiendo estar estos en las inmediaciones o en algún otro lugar. Se consideran incluidos en esta definición los servicios higiénicos y locales de descanso, los locales de primeros auxilios y los comedores.

A efectos del R. D. indicado se entenderá por lugares de trabajo las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo. Las instalaciones de servicio o protección anejas a los lugares de trabajo se considerarán como parte integrante de los mismos.

Todo lugar de trabajo deberá disponer de un botiquín de primeros auxilios con el siguiente contenido:

- 1 Frasco conteniendo agua oxigenada.
- 1 Frasco conteniendo alcohol de 96 grados.
- 1 Frasco conteniendo tintura de yodo.
- 1 Frasco conteniendo amoniaco.
- 1 Caja conteniendo gasas estériles.
- 1 Caja conteniendo algodón hidrófilo estéril.
- 1 Rollo de esparadrapo.
- 1 Torniquete.
- 1 Bolsa para agua o hielo.
- 1 Bolsa conteniendo guantes esterilizados.
- 1 Termómetro clínico.
- 1 Caja de apósitos autoadhesivos.
- Analgésicos.

Las puertas de acceso a los servicios higiénicos impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior y una percha.

Las instalaciones dispondrán de la iluminación adecuada.

En la oficina de obra se instalará un botiquín de primeros auxilios con el contenido mínimo indicado por la legislación vigente, y un extintor de polvo seco polivalente ABC de eficacia 13A-189B/C.

Se seguirán las siguientes normas generales de conservación y limpieza

- Los suelos, paredes y techos, de los aseos, serán continuos, lisos e impermeables; enlucidos en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria; todos sus elementos, tales como, grifos y desagües , estarán siempre en perfecto estado de funcionamiento y los armarios y bancos aptos para su utilización.

- En la caseta de obra, en cuadro situado al exterior se colocará de forma bien visible, la dirección del centro asistencial de urgencia y teléfonos del mismo.

8. Disposiciones mínimas relativas a los lugares de trabajo en obra.

Según el R. D. 1627/1997 las disposiciones mínimas relativas a los lugares de trabajo en la obra son las que se redactan a continuación:

8.1 Ámbito de aplicación.

La presente parte del Estudio será de aplicación a la totalidad de la obra, incluida los puestos de trabajo referentes a los trabajos de obra civil de la misma.

8.2 Estabilidad y solidez.

a) Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.
b) El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

8.3 Instalaciones de suministro y reparto de energía.

a) La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.
b) Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
c) La realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

8.4 Vías y salidas de emergencia.

a) Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer libres de todo estorbo y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.
b) En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.
c) El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.
d) Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme al R. D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.
e) Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.

8.5 Detección y lucha contra incendios.

a) Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuera necesario, de detectores de incendios y de sistemas de alarma.
b) Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios, deberán ser de fácil acceso y manipulación.

Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

8.6 Ventilación.

a) Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.
b) En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

8.7 Exposición a riesgos particulares.

a) Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores, polvo).
b) En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.
c) En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.
d) La instalación será realizada en una zona donde está clasificada como zona 2 de riesgo de atmosferas explosivas, por lo que se tendrá especial cuidado de no realizar ningún trabajo sin los equipos de protección individual adecuados y los correspondientes detectores de gas.

8.8 Temperatura.

a) La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

8.9 Iluminación.

a) Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su

caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección anti-choques. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

8.10 Puertas y portones.

a) Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse.
b) Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.
c) Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.

8.11 Vías de circulación y zonas peligrosas.

a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.
b) Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

8.12 Primeros auxilios.

a) Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.
b) Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberá contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.
c) En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

8.13 Servicios higiénicos.

a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados.
b) Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.
c) Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.
d) Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

8.14 Disposiciones varias.

a) Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.
b) En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

9. Unidades de obra constructivas.

Las principales unidades constructivas que componen las obras de plantas de gas natural objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud son:

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN
1	DELIMITACIÓN DE ZONA DE TRABAJO
2	ACOPIO DE MATERIALES
3	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS (AÉREAS)
4	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS Y EQUIPOS
5	PRUEBAS DE PRESIÓN Y ESTANQUEIDAD

10. Identificación y medidas preventivas por unidad de obra de riesgos no evitables en instalación con presencia de GN/GNL.

10.1 Unidad de Obra: Delimitación de zona de trabajo.

Limpieza.- Esta unidad consiste en eliminar de la parcela elegida para la construcción de las instalaciones descritas los escombros y piedras. Inicialmente se realizará con máquinas con el fin de evitar que el personal circule por la parcela antes de que ésta esté libre de obstáculos.

Replanteo.- Consiste en el marcado sobre el terreno de todos los elementos que constituyen la instalación, como son delimitaciones físicas, bases de soportes, canalizaciones pequeñas, construcciones auxiliares, etc. Indicando también la ubicación de las instalaciones provisionales de obra.

Señalización de la zona de trabajo.- Consiste en la delimitación de la zona de trabajo mediante cintas señalizadores, vallas y elementos indicativos de los trabajos a realizar.

Riesgo: Caídas al mismo nivel.
Medidas preventivas: Todo el equipo debe utilizar botas antideslizantes y especiales para evitar caídas por resbalones al mismo nivel.

Riesgo: Choques y cortes por objetos y herramientas.
Medidas preventivas: Será necesario el uso de guantes en caso de tener que usar herramientas.

Riesgo: Pisadas sobre objetos.
Medidas preventivas: Se habilitarán zonas para dejar las herramientas y los materiales con el fin de que no estén desperdigados por la obra. Las zonas de paso se mantendrán limpias de objetos. Se realizará una buena limpieza de la zona de trabajo antes de que los trabajadores empiecen a frecuentar la obra.

Riesgo: Exposición a temperaturas ambientales extremas.
Medidas preventivas: Utilizar ropa de trabajo con protección adecuada a cada condición climática. Realizar pausas periódicas para evitar la exposición prolongada a temperaturas extremas. Para el calor extremo, evitar la deshidratación mediante ingesta de líquidos adecuados. Para el frío extremo, ingerir alimentos y bebidas calientes. Para trabajos en donde se pudiera producir estrés térmico por las condiciones climatológicas, se seguirán las instrucciones dadas en el punto específico de este estudio "Estrés térmico por calor"

Riesgo: Exposición al ruido.
Ruido realizado por la maquinaria de la obra Medidas preventivas: Los trabajadores llevaran los protectores auditivos necesarios para el nivel de ruido generado por la máquina.

Riesgo: Explosiones e incendios.
Medidas preventivas: A fin de prevenir y evitar la formación de un incendio se tomarán las siguientes medidas: - Orden y limpieza general en toda la obra. - Se cumplirán las normas vigentes respecto al almacenamiento de combustibles: - Se definirán claramente y por separado las zonas de almacenaje. - Quedará totalmente prohibido encender fogatas en el interior de la obra. Señalizaremos a la entrada de las zonas de acopios, almacenes y talleres, adhiriendo las siguientes señales normalizadas: - Prohibido fumar. - Indicación de la posición del extintor de incendios. - Peligro de incendio. Trabajos en Zona ATEX. - Peligro de explosión (almacenes de productos explosivos). Trabajos en Zona ATEX. - Se delimitará físicamente un área de seguridad alrededor de la zona de trabajo, durante la ejecución de las operaciones con riesgo de incendio o escape de gas. En cumplimiento de las especificaciones en materia contraincendios, se tendrá en cuenta: - Presencia continua de extintores de polvo ABC en la obra, todos los vehículos de trabajo dispondrán de un extintor como mínimo de 6kg de polvo ABC. - Se tendrá siempre a mano y reflejado en un cartel bien visible en las oficinas de obras, el número de teléfono del servicio de bomberos. - Se dispondrá, a pie de obra, de los medios de extinción necesarios, los cuales estarán convenientemente revisados y en perfectas condiciones de uso. Respecto a los EPIS y aparatos de medida: - Se comprobará que se disponen de todos los equipos y medios necesarios para la realización del trabajo. - Los equipos de trabajo que se utilicen, cumplirán el R. D. 1215/1997. En cuanto a formación e información de los trabajadores se deberá tener en cuenta: - Los trabajadores serán informados de las medidas de seguridad contempladas en dicho procedimiento, así como de la actuación en caso de evacuación. Quedará registrado documentalmente. - Será necesaria la presencia del Recurso Preventivo durante el transcurso de estas operaciones. A fin de prevenir focos de ignición se tendrá en cuenta: - No se dispondrá de aparellaje eléctrico, grupos electrógenos o compresores, ni se desarrollarán operaciones con riesgo de producir chispas a menos de 4 m de la zona de trabajo sin haber comprobado (previamente y durante el tiempo que duren los trabajos) que se disponen de las adecuadas condiciones de seguridad para evitar la ignición de

una posible mezcla explosiva. Asimismo, en las operaciones con elevado riesgo de salida de gas, la distancia anterior se ampliará hasta el punto en que no sea previsible alcanzar una concentración de gas igual o superior al 20%del límite inferior de explosividad (LIE).
- Queda totalmente prohibido generar cualquier punto de ignición debiendo prestar especial atención a los elementos que puedan generarlos, como la utilización de herramientas que generen chispas, equipos eléctricos, grupos electrógenos, personas fumando, etc.
- Se prohíbe mantener encendido el teléfono móvil o cualquier dispositivo electrónico que no esté homologado para su uso en la zona de trabajo.

Medios de protección colectiva
- Vallado, balizamiento y señalización de la obra. - Señales y jalones de seguridad, incluida de radiaciones. - Cintas de balizamiento. - Balizamiento luminoso. - Extintores a pie de obra. - Topes de desplazamiento de vehículos. - Conexión eléctrica con diferencial. - Tapas de madera para cubrir huecos. - Planchas para pasos de vehículos.

Equipos de protección individual
- Botas de PVC impermeables. - Calzado de seguridad y antiestático. - Casco de seguridad. - Chaleco reflectante. - Chaquetón de invierno. - Cinturón anti-vibratorio. - Faja de protección. - Gafas contra impactos y anti-polvo - Guantes de seguridad. - Protector vías respiratorias. - Protector auditivo. - Protector visual. - Ropa de protección - Traje impermeable. - Ropa ignífuga y antiestática. - Explosímetro detector de zonas explosivas. - Aros salvavidas.

10.2 Unidad de Obra: Acopio de Materiales.

Esta unidad consiste en la recepción en obra de todos los materiales necesarios para la puesta en servicio de la planta. El depósito principal se situará en el pedestal correspondiente, el resto de materiales se situarán en un punto de la parcela que se adecuará para el almacenamiento mientras duren las obras. Esta unidad se complementa con el punto "Trabajos de carga y descarga de materiales" incluido en el presente ESS.

Riesgo: Caídas a distinto nivel.
Medidas preventivas: Cuando se cargue o descargue sobre un camión, éste se encontrará totalmente parado y en su caso tendrá los hidráulicos extendidos para evitar posibles basculamientos del mismo. Las zonas de descarga, paso y acopio estarán libres de objetos que impidan una circulación cómoda, y no tendrán desniveles. El acopio de materiales se realizará de forma estable, calzándolos en su caso. El proceso de descarga se realizará de tal forma que se eviten deslizamientos de la carga dentro de la caja del vehículo. Si los elementos prefabricados se acopian en obra durante un tiempo, las piezas se mantendrán limpias y se apilarán sobre durmientes de madera no permitiéndose vuelos mayores de 50 cm, ni de altura de pilas superiores a 1,50 m, salvo que el fabricante indique otros valores. Se realizará un correcto almacenamiento de materiales, evitando los posibles desprendimientos, corrimientos o caídas.

Riesgo: Caída de objetos por desplome y derrumbamiento.
Medidas preventivas: Los materiales se almacenarán de forma estable según la naturaleza de los mismos, en una superficie horizontal, sobre elementos resistentes y no se sobrepasarán los 3 m de altura en los apilados de materiales. Se utilizarán separadores y niveladores, tanto en la base como entre pisos, en el acopio de elementos pesados o premontados. El material pequeño se acopiará de forma agrupada en contenedores apropiados. Los tubos se acopiarán en una superficie lo más horizontal posible, en un receptáculo delimitado por varios pies derechos que impidan que por cualquier causa los conductos se deslicen o rueden. Las zonas de almacenamiento estarán debidamente compactadas, así como las zonas de paso de las grúas automotoras de gran tonelaje empleadas en estos trabajos. Los acopios horizontales se realizarán intercalando piezas de madera que eviten deslizamientos y permitan el posterior enganche. Para el material acopiado verticalmente se dispondrá de caballetes metálicos que permiten que las piezas con una ligera inclinación queden en posición de enganche. Se evitará que el apilado tenga gran altura. Se comprobará que los anclajes son seguros y están correctamente colocados de forma que se tenga en cuenta las distintas manipulaciones a que se va a someter la pieza. Los anclajes estarán certificados por cálculo o bien cuentan con un certificado del fabricante

que garantice su uso.

Riesgo: Atrapamiento por y entre objetos.
En el enganche de los diferentes materiales, al depositarlos en la zona de acopio o por atrapamiento entre carga y elementos fijos del medio de transporte. Medidas preventivas: Coordinación entre gruista y operario que engancha o guía la carga. Antes de iniciarse el izado y durante el transporte y el posicionamiento de la carga sólo permanecerán en la zona los operarios necesarios para la maniobra. Los materiales de gran tamaño serán guiados con cabos o cuerdas.

Riesgo: Sobreesfuerzos, manejo de cargas.
Medidas preventivas: Se evitará el transporte de cargas a mano, utilizándose los medios mecánicos necesarios o en su caso la colaboración entre dos o más personas. El material pesado será trasladado por medios mecánicos o por un mínimo de dos personas, para evitar el riesgo de sobreesfuerzos, cortes o golpes por desequilibrio. El peso máximo por persona es de 25 kilos. Los operarios utilizarán preferiblemente cinturón tipo faja antilumbago en las operaciones de manipulación manual de cargas.

Riesgo: Caída de objetos desprendidos.
Medidas preventivas: Se utilizarán guardacabos para proteger las anillas de suspensión, así como cantoneras para protección de eslingas. Las eslingas, cables, ganchos o grapas de amarre serán de dimensiones acordes con los pesos a elevar. No deberán realizarse movimientos simultáneos con la grúa. La grúa no se trasladará con cargas suspendidas. El izado de cargas será en vertical y no en oblicuo. Se garantizará el campo visual del gruista durante todo el proceso de traslado, en caso contrario se acompañará de señalista y ambos de comunicarán por medio de un código de señales previamente establecido. Las cargas no se trasladarán por encima de personas. Durante la descarga y acopio de los materiales, sólo permanecerá en la zona de trabajo la persona o personas encargadas del mismo. En el izado de los distintos elementos prefabricados se usarán los útiles y métodos indicados por el fabricante. Antes de la elevación de las piezas prefabricadas, se revisarán los puntos de anclaje de los estrobos y el estado de los mismos. Las eslingas y útiles de elevación se revisarán antes del inicio de los trabajos, desechándose aquellos que estén en mal estado. Para la elevación de cargas pesadas o voluminosas será conveniente el uso de balancines. Las cestas metálicas se izarán suspendidas de cuatro puntos, estando preferentemente

situados en sus esquinas.
El transporte aéreo de paquetes de armaduras mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados, mediante eslingado completo del mismo. Los elementos de enganche no formarán un ángulo superior a los 90°.
No se suspenderán cargas enganchadas a los alambres de atado del paquete.
La elevación o descenso de cargas se hará lentamente, evitando toda arrancada o parada brusca, haciéndolo siempre en sentido vertical, para evitar el balanceo.

Riesgo: Explosiones e incendios.

Medidas preventivas:
A fin de prevenir y evitar la formación de un incendio se tomarán las siguientes medidas:
- Orden y limpieza general en toda la obra.
- Se separarán el material combustible del incombustible amontonándolo en los lugares indicados para tal fin para su transporte a vertedero periódicamente.
- Almacenar el mínimo de gasolina, gasóleo y demás materiales de gran inflamación.
- Las botellas de gases en uso en la obra, permanecerán siempre en el interior del carro porta-botellas correspondiente.

Se cumplirán las normas vigentes respecto al almacenamiento de combustibles:
- Se definirán claramente y por separado las zonas de almacenaje.
- La iluminación e interruptores eléctricos de los almacenes será mediante mecanismos anti-deflagrantes de seguridad.
- Se dispondrán todos los elementos eléctricos de la obra en condiciones para evitar posibles cortocircuitos.
- Quedará totalmente prohibido encender fogatas en el interior de la obra.

Se señalizarán las entradas de las zonas de acopios, almacenes y talleres, adhiriendo las siguientes señales normalizadas:
- Prohibido fumar.
- Indicación de la posición del extintor de incendios.
- Peligro de incendio.
- Peligro de explosión (almacenes de productos explosivos).
- Se delimitará físicamente un área de seguridad alrededor de la zona de trabajo, durante la ejecución de las operaciones con riesgo de incendio o escape de gas.

En cumplimiento de las especificaciones en materia contraincendios, se tendrá en cuenta:
- Presencia continua de extintores de polvo ABC en la obra, todos los vehículos de trabajo dispondrán de un extintor como mínimo de 6kg de polvo ABC.
- Se tendrá siempre a mano y reflejado en un cartel bien visible en las oficinas de obras, el número de teléfono del servicio de bomberos.
- Se dispondrá, a pie de obra, de los medios de extinción necesarios, los cuales estarán convenientemente revisados y en perfectas condiciones de uso.

Respecto a los EPIS y aparatos de medida:
- Se comprobará que se disponen de todos los equipos y medios necesarios para la realización del trabajo.
- Los equipos de trabajo que se utilicen, cumplirán el R. D. 1215/1997.

En cuanto a formación e información de los trabajadores se deberá tener en cuenta:

- Los trabajadores serán informados de las medidas de seguridad contempladas en dicho procedimiento, así como de la actuación en caso de evacuación. Quedará registrado documentalmente.
- Será necesaria la presencia del Recurso Preventivo durante el transcurso de estas operaciones.

A fin de prevenir focos de ignición se tendrá en cuenta:

- No se dispondrá de aparellaje eléctrico, grupos electrógenos o compresores, ni se desarrollarán operaciones con riesgo de producir chispas a menos de 4 m de la zona de trabajo sin haber comprobado (previamente y durante el tiempo que duren los trabajos) que se disponen de las adecuadas condiciones de seguridad para evitar la ignición de una posible mezcla explosiva. Asimismo, en las operaciones con elevado riesgo de salida de gas, la distancia anterior se ampliará hasta el punto en que no sea previsible alcanzar una concentración de gas igual o superior al 20%del límite inferior de explosividad (LIE).
- Queda totalmente prohibido generar cualquier punto de ignición debiendo prestar especial atención a los elementos que puedan generarlos, como la utilización de herramientas que generen chispas, equipos eléctricos, grupos electrógenos, personas fumando, etc.
- Se prohíbe mantener encendido el teléfono móvil o cualquier dispositivo electrónico que no esté homologado para su uso en la zona de trabajo.

Equipos de protección individual
- Botas de PVC impermeables. - Calzado de seguridad y antiestático. - Casco de seguridad. - Chaleco reflectante. - Chaquetón de invierno - Cinturón antivibratorio. - Faja de protección. - Gafas contra impactos y antipolvo. - Guantes de seguridad. - Protector vías respiratorias. - Protector auditivo. - Protector visual. - Ropa de protección - Traje impermeable. - Ropa ignífuga y antiestática. - Explosímetro detector de zonas explosivas.

10.3 Unidad de obra: Colocación de Tuberías (Aéreas).

La unidad consiste en la colocación y ensamblaje de todas las tuberías en su lugar definitivo.

Las operaciones que se incluyen en esta unidad son: Elevación de la tubería y su transporte al tajo, puesta en obra de la misma, nivelación y montaje de elementos, ensamblado de piezas entre sí.

Esta unidad se complementa con los puntos "Trabajos de soldadura y Trabajos de radiografiado" incluidos en el presente ESS.

Riesgo: Caídas a distinto nivel.
Medidas preventivas: El montaje de la tubería (soldaduras, cortes, perforaciones, etc.) se realizará desde un andamio, que cumple lo establecido para plataformas de trabajo. Se preverán protecciones de carácter colectivo (barandillas) para la realización de los trabajos de los montadores y soldadores. Los tubos se izarán cortados a la medida requerida por el montaje. Se usará el arnés de seguridad en trabajos en altura, se colocarán líneas de vida con poco recorrido, éstas siempre serán de acero cuando no haya instaladas protecciones colectivas. Las plataformas de trabajo y comunicación tendrán una anchura mínima de 60 cm., con la solidez y estabilidad adecuada. Los lados abiertos estarán protegidos con barandilla resistente a 90 cm. de altura mínimo (recomendable 100 cm.), listón intermedio y rodapié. El acceso a las plataformas de trabajo se realizará con los medios auxiliares adecuados (escaleras o pasarelas).

Riesgo: Caída de objetos desprendidos.
Medidas preventivas: Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas. El transporte de los elementos se realizará mediante eslingas de acero enlazadas y provistas de gancho con pestillos de seguridad.

Riesgo: Exposición a temperaturas ambientales extremas.
Medidas preventivas: Cuando las condiciones ambientales son agresivas y supongan un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores, se paralizará el trabajo, salvo que estos dispongan de sistemas de protección adecuados.

Riesgo: Exposición a radiaciones ionizantes y no ionizantes.
Medidas preventivas: Mantenerse alejado del punto de soldadura durante el soldeo. El trabajador que realiza la soldadura de acero llevará las protecciones adecuadas sobretodo en ojos.

Durante los trabajos de radiografiado solo se mantendrán cerca de la máquina de radiografías el personal estrictamente necesario para realizar el trabajo.

Riesgo: Caída de objetos en manipulación.

Medidas preventivas:

El montaje se realizará bajo la vigilancia, control y dirección de una persona competente, será un recurso preventivo.

Se realizará un programa de montaje, siguiendo las indicaciones del proyecto, en el que se detallen:

- Descripción de la ejecución en fases, orden y tiempos de montaje de los elementos de cada fase.
- Descripción de los equipos de trabajo (maquinaria, medios auxiliares y herramientas) que se emplearán en el montaje de cada fase.
- Descripción de apeos u otros elementos de sujeción provisional, con referencia al proyecto y cálculos.
- Personal necesario para realizar cada fase. Comprobando la formación e información recibida, tanto profesionalmente como en materia de seguridad y salud.
- Elementos de protección colectiva a instalar y EPI's a utilizar.
- Procedimientos para la comprobación de replanteos, nivelaciones, alineaciones y aplomados que incidan en las condiciones de seguridad.

Se comprobará, previamente al montaje, que los tubos corresponden a las especificadas en los planos de taller.

Se seguirán las normas de seguridad (distancias a líneas eléctricas, desplazamientos de cargas por zonas sin trabajadores, utilización de elementos auxiliares de izado, correctos eslingados, código de señales, etc.) para el manejo de cargas con medios mecánicos.

Las maniobras de ubicación in situ de los tubos serán gobernadas por tres operarios. Dos de ellos guiarán el perfil mediante sogas sujetos a sus extremos siguiendo las directrices del tercero.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Riesgo: Contactos térmicos.

Medidas preventivas:

Se prohíbe dejar la pinza y el electrodo directamente en el suelo conectado al grupo.

Se exige el uso de recoger pinzas.

El equipo de soldadura utilizará equipos de protección para soldadura completos.

Para evitar contactos con tuberías criogénicas se utilizará el uso de guantes criogénicos.

También se delimitarán las zonas de trabajo con conos o cinta señalizadora para evitar la entrada de personal en zona de posible riesgo de contacto térmico con tuberías.

Riesgo: Contactos eléctricos.

Medidas preventivas:

Se prohíbe dejar la pinza y el electrodo directamente en el suelo conectado al grupo. Se exige el uso de recoge pinzas.

Revisar las conexiones eléctricas respecto a su normalización. Revisar el estado de

conservación del equipo de soldadura, cables y enchufes.
Se comprobara el estado de aislamiento de los cables de conexionado y la grapa de tierra. Los equipos de soldadura se colocaran en lugares secos.
Durante los trabajos de la máquina de soldar tubos, esta se mantendrá con las protecciones activadas.
En caso de desmontaje, se asegurará previamente la continuidad externa a la válvula para evitar la formación de eventuales arcos eléctricos.

Riesgo: Explosiones e incendios.

Medidas preventivas:
A fin de prevenir y evitar la formación de un incendio se tomarán las siguientes medidas:
- Orden y limpieza general en toda la obra.
- Se dispondrán todos los elementos eléctricos de la obra en condiciones para evitar posibles cortocircuitos.
- Quedará totalmente prohibido encender fogatas en el interior de la obra.
- Se comprobará que el lugar de trabajo está perfectamente ventilado. En caso contrario, se tomarán medidas adicionales tales como el uso de aparatos de respiración asistida o bien se realizará una ventilación forzada de la zona.

Señalizaremos a la entrada de las zonas de acopios, almacenes y talleres, adhiriendo las siguientes señales normalizadas:
- Prohibido fumar.
- Indicación de la posición del extintor de incendios.
- Peligro de incendio.
- Peligro de explosión (almacenes de productos explosivos).
- Se delimitará físicamente un área de seguridad alrededor de la zona de trabajo, durante la ejecución de las operaciones con riesgo de incendio o escape de gas.

En cumplimiento de las especificaciones en materia contraincendios, se tendrá en cuenta:
- Presencia continua de extintores de polvo ABC en la obra, todos los vehículos de trabajo dispondrán de un extintor como mínimo de 6kg de polvo ABC.
- Se tendrá siempre a mano y reflejado en un cartel bien visible en las oficinas de obras, el número de teléfono del servicio de bomberos.
- Se dispondrá, a pie de obra, de los medios de extinción necesarios, los cuales estarán convenientemente revisados y en perfectas condiciones de uso.

Respecto a los EPIS y aparatos de medida:
- Se comprobará que se disponen de todos los equipos y medios necesarios para la realización del trabajo.
- Los equipos de trabajo que se utilicen, cumplirán el R.D. 1215/1997.

En cuanto a formación e información de los trabajadores se deberá tener en cuenta:
- Los trabajadores serán informados de las medidas de seguridad contempladas en dicho procedimiento, así como de la actuación en caso de evacuación. Quedará registrado documentalmente.
- Será necesaria la presencia del Recurso Preventivo durante el transcurso de estas operaciones.

A fin de prevenir focos de ignición se tendrá en cuenta:

- No se dispondrá de aparellaje eléctrico, grupos electrógenos o compresores, ni se desarrollarán operaciones con riesgo de producir chispas a menos de 4 m de la zona de trabajo sin haber comprobado (previamente y durante el tiempo que duren los trabajos) que se disponen de las adecuadas condiciones de seguridad para evitar la ignición de una posible mezcla explosiva. Asimismo, en las operaciones con elevado riesgo de salida de gas, la distancia anterior se ampliará hasta el punto en que no sea previsible alcanzar una concentración de gas igual o superior al 20%del límite inferior de explosividad (LIE).
- Queda totalmente prohibido generar cualquier punto de ignición debiendo prestar especial atención a los elementos que puedan generarlos, como la utilización de herramientas que generen chispas, equipos eléctricos, grupos electrógenos, personas fumando, etc.
- Durante los trabajos se comprobará continuamente, en todos los puntos necesarios, la posible presencia de atmósferas explosivas mediante explosímetros debidamente calibrados y en perfecto estado de uso.
- Se prohíbe mantener encendido el teléfono móvil o cualquier dispositivo electrónico que no esté homologado para su uso en la zona de trabajo.

Medios de protección colectiva
- Señales y jalones de seguridad, incluida de radiaciones. - Cintas de balizamiento. - Balizamiento luminoso. - Extintores a pie de obra. - Medidores y detectores de la concentración de gas y oxígeno. - Protecciones contra radiaciones ionizantes y no ionizantes. - Puesta a tierra. - Conexión eléctrica con diferencial. - Tapas de madera para cubrir huecos.

Equipos de protección individual
- Arnés de seguridad. - Botas de PVC impermeables. - Calzado de seguridad antiestático. - Casco de seguridad. - Chaleco reflectante. - Chaquetón de invierno - Cinturón anti-vibratorio. - Detector de gases individual. - Equipo de protección autónomo (botella, máscara y espaldera) - Faja de protección. - Gafas contra impactos y anti-polvo - Guantes de seguridad. - Protector vías respiratorias.

- Protector auditivo.
- Protector visual.
- Ropa de protección
- Traje impermeable.
- Pantalla de soldador.
- Polainas de soldador.
- Manguitos de soldador.
- Mandiles de soldador.
- Ropa ignífuga y antiestática.
- Equipo de respiración semiautónomo.

10.4 Unidad de obra: Instalación de válvulas y equipos.

En esta unidad se contempla tanto la instalación provisional de obra así como las instalaciones eléctricas permanentes de la instalación. Este punto se complementa con en punto "Trabajos relacionados con la electricidad" incluido en el presente ESS.

Riesgo: Contactos eléctricos.
Medidas preventivas: La instalación eléctrica provisional de obra será legalizada o dada de alta ante el órgano Administrativo competente. La instalación eléctrica provisional de obra será instalada por personal competente. Se revisará periódicamente a fin de verificar que se mantienen las condiciones de idoneidad iniciales. Se verificará junto al instalador el sistema de protección contra contactos eléctricos del grupo. Las conexiones al grupo se realizarán a través de un cuadro auxiliar o de un cuadro integrado en el mismo grupo. En el armario serán inaccesibles las partes activas y dispondrán de puertas con cerradura. Los armarios ubicados en el exterior o afectados por proyecciones de agua serán de tipo intemperie con una protección mínima IP 47 con puerta y cerradura y/o dispone de visera de protección. Se dispondrá de sistema de protección por toma de tierra e interruptores diferenciales. La toma de tierra estará perfectamente distribuida (incluida los armarios de los cuadros, caso de ser metálicos) y será revisada periódicamente por personal especializado. Los interruptores diferenciales tendrán sensibilidad desde 30 mA para alumbrado y 300 mA para fuerza, comprobándose su funcionamiento periódicamente. Se mantendrán cerrados con llave, estando ésta en poder de personal autorizado. Se realizarán revisiones periódicas del cuadro por personal especializado realizándose acta de las mismas. Las conexiones al cuadro se realizarán con clavijas normalizadas y compatibles con las bases de enchufe. Las líneas de alimentación estarán constituidas por conductores con aislamiento para tensión de 1.000 V.

Las líneas tendrán su envolvente aislante sin ningún defecto visible.
Los empalmes entre mangueras se ejecutan mediante conexiones normalizadas estancas o bien con fundas termo-retráctiles.
Se evitará el tendido de cables directamente por el suelo.
El tendido de cables sobre lugares de paso será realizada a una altura de seguridad y está convenientemente señalizado (recomendable mayor de 2,5 m en lugares peatonales y de 5 m en paso de vehículos).
Se dispondrá de sistema de protección por toma de tierra e interruptores diferenciales.
La toma de tierra estará perfectamente distribuida (incluida los armarios de los cuadros, caso de ser metálicos) y será revisada periódicamente por personal especializado.
Los interruptores diferenciales tendrán sensibilidad desde 30 mA para alumbrado y 300 mA para fuerza, comprobándose su funcionamiento periódicamente.
En el exterior del armario existirá un interruptor general de corte omnipolar.
Las líneas de alimentación se protegerán mediante magneto térmicos.
Las bases de conexión estarán en el exterior del armario y serán de tipo estanco.
Existirá la señal de peligro "Riesgo Eléctrico" en la puerta del cuadro.

Riesgo: Explosiones e incendios.

Medidas preventivas:
A fin de prevenir y evitar la formación de un incendio se tomarán las siguientes medidas:

- Orden y limpieza general en toda la obra.
- Se dispondrán todos los elementos eléctricos de la obra en condiciones para evitar posibles cortocircuitos.
- Quedará totalmente prohibido encender fogatas en el interior de la obra.

Señalizaremos a la entrada de las zonas de acopios, almacenes y talleres, adhiriendo las siguientes señales normalizadas:

- Prohibido fumar.
- Indicación de la posición del extintor de incendios.
- Peligro de incendio.
- Peligro de explosión (almacenes de productos explosivos).
- Se delimitará físicamente un área de seguridad alrededor de la zona de trabajo, durante la ejecución de las operaciones con riesgo de incendio o escape de gas.

En cumplimiento de las especificaciones en materia contraincendios, se tendrá en cuenta:

- Presencia continua de extintores de polvo ABC en la obra, todos los vehículos de trabajo dispondrán de un extintor como mínimo de 6kg de polvo ABC.
- Se tendrá siempre a mano y reflejado en un cartel bien visible en las oficinas de obras, el número de teléfono del servicio de bomberos.
- Se dispondrá, a pie de obra, de los medios de extinción necesarios, los cuales estarán convenientemente revisados y en perfectas condiciones de uso.

Respecto a los EPIS y aparatos de medida:

- Se comprobará que se disponen de todos los equipos y medios necesarios para la realización del trabajo.
- Los equipos de trabajo que se utilicen, cumplirán el R. D. 1215/1997.

En cuanto a formación e información de los trabajadores se deberá tener en cuenta:

- Los trabajadores serán informados de las medidas de seguridad contempladas en dicho procedimiento, así como de la actuación en caso de evacuación. Quedará registrado documentalmente.
- Será necesaria la presencia del Recurso Preventivo durante el transcurso de estas operaciones.

A fin de prevenir focos de ignición se tendrá en cuenta:

- No se dispondrá de aparataje eléctrico, grupos electrógenos o compresores, ni se desarrollarán operaciones con riesgo de producir chispas a menos de 4 m de la zona de trabajo sin haber comprobado (previamente y durante el tiempo que duren los trabajos) que se disponen de las adecuadas condiciones de seguridad para evitar la ignición de una posible mezcla explosiva. Asimismo, en las operaciones con elevado riesgo de salida de gas, la distancia anterior se ampliará hasta el punto en que no sea previsible alcanzar una concentración de gas igual o superior al 20%del límite inferior de explosividad (LIE).
- Queda totalmente prohibido generar cualquier punto de ignición debiendo prestar especial atención a los elementos que puedan generarlos, como la utilización de herramientas que generen chispas, equipos eléctricos, grupos electrógenos, personas fumando, etc.
- Se prohíbe mantener encendido el teléfono móvil o cualquier dispositivo electrónico que no esté homologado para su uso en la zona de trabajo.
- En caso de escape incontrolado de gas, incendio o explosión, todo el personal de la obra se retirará más allá de la distancia de seguridad señalada y no se permitirá acercarse a nadie que no sea el personal de la propia compañía instaladora.

Medios de protección colectiva
- Vallado, balizamiento y señalización de la obra. - Señalización adecuada para protección de líneas eléctricas. - Señales de tráfico. - Señales y jalones de seguridad, incluida de radiaciones. - Cintas de balizamiento. - Balizamiento luminoso. - Extintores a pie de obra. - Medidores y detectores de la concentración de gas y oxígeno. - Protecciones contra radiaciones ionizantes y no ionizantes. - Topes de desplazamiento de vehículos. - Puesta a tierra. - Carcasa protectora de órganos móviles en máquinas. - Conexión eléctrica con diferencial. - Tapas de madera para cubrir huecos. - Planchas para pasos de vehículos.

Equipos de protección individual
- Arnés de seguridad. - Botas de PVC impermeables.

- Calzado de seguridad antiestático.
- Casco de seguridad.
- Chaleco reflectante.
- Chaquetón de invierno.
- Cinturón antivibratorio.
- Detector de gases individual
- Equipo de protección autónomo (botella, máscara y espaldera)
- Faja de protección.
- Gafas contra impactos y antipolvo
- Guantes de seguridad.
- Protector vías respiratorias.
- Protector auditivo.
- Protector visual.
- Ropa de protección
- Traje impermeable.
- Ropa ignífuga y antiestática.
- Equipo de respiración semiautónomo.

10.5 Unidad de obra: Pruebas de presión y estanqueidad.

Una vez terminadas las obras de la instalación se realizarán las pruebas finales de resistencia y estanqueidad, tal y como se especifica en la Instrucción Técnica Complementaria del Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos, correspondiente al rango de presión de la obra.

Con anterioridad al inicio de la prueba de resistencia y estanqueidad el Jefe de Obra, que será el técnico encargado de la ejecución de la prueba, deberá notificar al Director Facultativo y al Coordinador de Seguridad y Salud que la obra se halla preparada y con el punto de conexión instalado.

El proceso se realizará evitando la producción de mezclas explosivas en el interior de la conducción. Si la prueba de estanqueidad se hace con aire, la purga se iniciará desplazando éste por un gas inerte, para posteriormente introducir el combustible. Si se realizó directamente con gas inerte se introduce directamente el combustible.

Se comprobarán las medidas de seguridad adoptadas, comprobando que las protecciones, equipos y materiales a emplear así como el personal que ejecute las pruebas ofrecen las suficientes garantías.

Se prohíbe la presencia de personas ajenas a la prueba en el área donde se ubiquen los instrumentos y accesorios utilizados en el ensayo, así como en aquellos lugares donde la tubería quede descubierta en la zanja.

Si se utiliza aire comprimido para realizar la prueba se instalará un filtro y un separador de aceite previo a la admisión, para así evitar la contaminación de la tubería con el aceite del compresor.

Previo al inicio de las pruebas se procederá a balizar la zona de trabajo, para evitar la entrada de trabajadores en la zona, y se mantendrá la zona limpia y ordenada para evitar la proyección de partículas en la despresurización.

Dentro de este capítulo de pruebas se pueden incluir los trabajos de radiografiado que se realiza cuando la tubería a instalar es de acero.

Esta unidad se completa con el apartado "Trabajo de Pruebas" incluido en el apartado de "Trabajos especiales" del presente ESS.

Riesgo: Proyección de fragmentos o partículas por reventón.
Medidas preventivas: Balizar la zona de pruebas a presión. Utilizar los elementos de protección necesarios, como casco de seguridad, pantalla facial, mono de trabajo, calzado de seguridad con suela antiestática.

Riesgo: Asfixia.
Medidas preventivas: Suspender el trabajo y abandonar el lugar cuando se detecte ambiente de gas hasta que no se ventile. Las mediciones de oxigeno de otros gases se deben realizar continuamente mientras duren los trabajos.

Riesgo: Explosiones e incendios.
Medidas preventivas: A fin de prevenir y evitar la formación de un incendio se tomarán las siguientes medidas: - Orden y limpieza general en toda la obra. - Se dispondrán todos los elementos eléctricos de la obra en condiciones para evitar posibles cortocircuitos. - Quedará totalmente prohibido encender fogatas en el interior de la obra. Señalizaremos a la entrada de las zonas de acopios, almacenes y talleres, adhiriendo las siguientes señales normalizadas: - Prohibido fumar. - Indicación de la posición del extintor de incendios. - Peligro de incendio. - Peligro de explosión (almacenes de productos explosivos). - Se delimitará físicamente un área de seguridad alrededor de la zona de trabajo, durante la ejecución de las operaciones con riesgo de incendio o escape de gas. En cumplimiento de las especificaciones en materia contraincendios, se tendrá en cuenta:

- Presencia continua de extintores de polvo ABC en la obra, todos los vehículos de trabajo dispondrán de un extintor como mínimo de 6kg de polvo ABC.
- Se tendrá siempre a mano y reflejado en un cartel bien visible en las oficinas de obras, el número de teléfono del servicio de bomberos.
- Se dispondrá, a pie de obra, de los medios de extinción necesarios, los cuales estarán convenientemente revisados y en perfectas condiciones de uso.

Respecto a los EPIS y aparatos de medida:

- Se comprobará que se disponen de todos los equipos y medios necesarios para la realización del trabajo.
- Los equipos de trabajo que se utilicen, cumplirán el R. D. 1215/1997.

En cuanto a formación e información de los trabajadores se deberá tener en cuenta:

- Los trabajadores serán informados de las medidas de seguridad contempladas en dicho procedimiento, así como de la actuación en caso de evacuación. Quedará registrado documentalmente.
- Será necesaria la presencia del Recurso Preventivo durante el transcurso de estas operaciones.

A fin de prevenir focos de ignición se tendrá en cuenta:

- No se dispondrá de aparataje eléctrico, grupos electrógenos o compresores, ni se desarrollarán operaciones con riesgo de producir chispas a menos de 4 m de la zona de trabajo sin haber comprobado (previamente y durante el tiempo que duren los trabajos) que se disponen de las adecuadas condiciones de seguridad para evitar la ignición de una posible mezcla explosiva. Asimismo, en las operaciones con elevado riesgo de salida de gas, la distancia anterior se ampliará hasta el punto en que no sea previsible alcanzar una concentración de gas igual o superior al 20%del límite inferior de explosividad (LIE).
- Queda totalmente prohibido generar cualquier punto de ignición debiendo prestar especial atención a los elementos que puedan generarlos, como la utilización de herramientas que generen chispas, equipos eléctricos, grupos electrógenos, personas fumando, etc.
- Se prohíbe mantener encendido el teléfono móvil o cualquier dispositivo electrónico que no esté homologado para su uso en la zona de trabajo.

Medios de protección colectiva
- Vallado, balizamiento y señalización de la obra. - Señales y jalones de seguridad, incluida de radiaciones. - Cintas de balizamiento. - Extintores a pie de obra. - Medidores y detectores de la concentración de gas y oxígeno. - Protecciones contra radiaciones ionizantes y no ionizantes. - Puesta a tierra. - Carcasa protectora de órganos móviles en máquinas. - Conexión eléctrica con diferencial.

Equipos de protección individual

- Calzado de seguridad antiestático.
- Casco de seguridad.
- Chaleco reflectante.
- Chaquetón de invierno.
- Detector de gases individual
- Equipo de protección autónomo (botella, máscara y espaldera)
- Guantes de seguridad.
- Protector vías respiratorias.
- Protector auditivo.
- Protector visual.
- Ropa de protección
- Traje impermeable.
- Ropa ignífuga y antiestática.

11. Medidas de seguridad en situaciones y trabajos especiales.

Aunque anteriormente se han descrito riesgos laborales para los trabajadores con sus correspondientes medidas preventivas en función de las operaciones a realizar en la construcción de la presente memoria, a continuación se detallan una serie de medidas preventivas para una serie de operaciones que por su peligrosidad requieren una atención especial.

11.1 Trabajos de carga y descarga de materiales.

Las máquinas elevadoras, grúas, polipastos, carretillas elevadoras, etc., han de ser operadas por personal especializado y responsable de su actuación. Antes de que una máquina elevadora efectúe un trabajo, el responsable revisará:

- Todos los cables, cadenas, cuerdas y eslingas.
- Los ganchos y los cierres de los mismos.
- El anclaje y/o apoyos del sistema de elevación.
- El sistema de elevación.
- Elementos del entorno que pudieran dificultar la maniobra, para lo cual son útiles los pórticos de galibo.

En las maniobras de elevación y tiro deben observarse las siguientes recomendaciones:

- No levantar la carga si las cadenas o cables están enredados.
- Antes de elevar la carga, tensar las eslingas, levantar la carga 10 cm y comprobar su buen amarre y equilibrio.

- No se tocarán los cables con las manos.
- El transporte de la carga se realizará a la menor altura posible.
- Los vehículos y personas se situarán alejados de los posibles puntos de caída de la carga.
- Las maniobras de elevar y bajar serán siempre suaves y se efectuarán evitando tiros oblicuos. Los tiros en horizontal se harán utilizando elementos accesorios como poleas, tornos, etc.
- No permanecer bajo cargas suspendidas, ni en el entorno de movimiento de las máquinas.

Todo equipo de elevación llevará marcada la capacidad máxima de carga y en ningún caso se sobrepasará ésta. Los mecanismos de elevación como "trácteles" o cabrestantes se anclarán de forma firme a elementos de estructura, evitando hacerlo sobre tuberías, postes o farolas o cualquier otro punto que no ofrezca suficientes garantías.

11.2 Aparejos de izar.

Los aparejos de izar (cables, eslingas, ganchos, etc.) serán de resistencia apropiada a la carga a manipular y estarán en buen estado de conservación.

Los ganchos estarán dotados de pestillo de seguridad u otro dispositivo que evite la caída accidental de la carga.

No se emplearán aparejos que presenten signos de deterioro. En especial, no se utilizarán cables de acero que presenten nudos, torceduras permanentes o aplastamientos.

Se prohíbe utilizar eslingas realizadas con cables de acero y cabos de pernos. Se recomienda la utilización de eslingas textiles para no dañar el material (polietileno) o los recubrimientos (acero, fundición).

Cuando las eslingas vayan a trabajar fuera de la vertical, se tendrá en cuenta la reducción sobre su capacidad máxima de carga en función del ángulo. Siempre que sea posible se trabajará con tantas eslingas como puntos de amarre sean necesarios.

11.2.1 Equipos de elevación.

Los equipos a utilizar serán adecuados a las características de los materiales a manipular.

Las grúas móviles y demás vehículos dotados de brazo telescópico estarán debidamente apoyados antes de comenzar las operaciones de carga y descarga.

Se prohíbe el desplazamiento de los equipos con cargas suspendidas, a excepción de las carretillas elevadoras de horquillas.

Estos equipos o vehículos estarán dotados de placa indicativa de la carga máxima que pueden izar en función del desplazamiento del brazo o pluma.

No se moverán cargas de peso superior a su máxima carga permitida.

11.2.2 Acopio de materiales y equipos.

Generalmente, la tubería (tubos, válvulas y piezas de forma) que se prefabrica en los talleres fuera de la obra, se transporta sobre camiones hasta la parcela y se descarga con grúas, apoyando los conjuntos ensamblados directamente sobre los soportes definitivos previamente construidos al efecto, o bien sobre sacos terreros o tacos de madera situados convenientemente y colocados en forma de cuña, de modo que no puedan moverse. Las bocas de los tubos se dejan desplazadas para facilitar posteriores operaciones, maniobras y lectura de datos.

11.3 Precauciones en trabajos propios de la industria del gas.

En las operaciones propias de la industria del gas se considerarán trabajos con riesgo aquellos que impliquen uno o varios de los siguientes casos:

a) Fuga de gas.
b) Formación de mezclas inflamables gas-aire.
c) Generación de puntos de ignición con posible presencia de gas.

Siempre que sea posible se delimitará físicamente un área de seguridad alrededor de la zona de trabajo, durante la ejecución de las operaciones con riesgo de incendio o escape de gas.

Se prohíbe acercarse con una llama, producir chispas o fumar en las cercanías de un lugar de trabajo donde pudiera encontrarse normal o accidentalmente presencia de gas en la atmósfera. Esta prohibición será observada por los operarios y se hará cumplir a cualquier persona que, casualmente o no, se encontrase en dicha zona.

Se prohíbe buscar fugas de gas con una llama, para esta operación se usará agua jabonosa y otro detector apropiado.

Sobre tuberías o recipientes cerrados susceptibles de contener una mezcla explosiva de gas-aire, no se realizarán trabajos de soldadura que impliquen una posible fuente de ignición, si no se han efectuado las debidas comprobaciones previas.

Cuando se precise alumbrado en una zona en que se presuma una posible fuga de gas, se empleará una linterna de seguridad aumentada o intrínseca o similar.

En caso de precisarse de un equipo de protección respiratoria, a punto para su utilización inmediata.

Todo operario que, trabajando inadvertidamente en presencia de gas, muestre síntomas de comienzo de intoxicación o asfixia (zumbido en los oídos, mareos, etc.) interrumpirá su trabajo y se trasladará al aire libre.

En trabajos con gas, si se observasen síntomas de falta de coordinación en los movimientos y/o en el habla en un compañero, se le obligará a que abandone la zona inmediatamente y se adoptarán las necesarias medidas de asistencia, de seguridad y de protección respiratoria.

Si en cualquier instalación y en especial en la red de distribución, se produjera una fuga que llegara a encenderse, y en el supuesto de que fuese difícil el corte del suministro, se valorará la opción de mantener la llama frente a la de apagarla con el riesgo de que el gas se acumule en lugares cerrados.

Para operaciones básicas en la industria del gas se seguirán las correspondientes normativas específicas. Para operaciones programables singulares o complejas, el mando redactará un plan de actuación donde se indiquen las operaciones, los medios materiales y los elementos de protección para ese caso concreto.

11.4 Trabajos relacionados con la electricidad.

Se refiere este apartado a los trabajos necesarios para la construcción o modificación de:

- La instalación eléctrica interior de los recintos de las ERM's incluidos cuadros eléctricos.
- La instalación asociada a las comunicaciones de las posiciones y de las ERM's, incluyendo el propio armario de control.
- Las líneas eléctricas de baja tensión enterradas desde los centros de transformación hasta el correspondiente armario de contadores.
- Los centros de transformación.
- La red de tierras de las posiciones y ERM's.
- Las instalaciones asociadas a la protección catódica.

En general, todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse sin tensión, salvo en los siguientes casos:

Las operaciones elementales, tales como por ejemplo conectar y desconectar, en instalaciones de baja tensión con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general. En cualquier caso, estas operaciones deberán realizarse por el

procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.

- Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido deberá asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.
- Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de las fases.
- Los trabajos en, o en proximidad de instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

Las medidas preventivas se han agrupado en función de las condiciones en las que se realizan los trabajos en tanto que las instalaciones se encuentren sin tensión o en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión.

11.5 Trabajos de soldadura.

11.5.1 En Acero.

Las uniones de los tubos de acero pueden realizarse mediante soldadura eléctrica o con soldadura oxiacetilénica, utilizándose ésta última también para cortar tubos.

En general se tendrá en cuenta lo siguiente:

- No deben realizarse trabajos de soldadura o corte en locales que contengan materias inflamables o donde exista riesgo de explosión.
- Cuando se realicen trabajos de soldadura o corte se debe emplear equipo de protección consistente en:
    - Gafas o pantalla de protección facial adecuadas al corte o al tipo de soldadura específico.
    - Guantes de cuero.
    - Delantal de cuero.
    - Polainas y calzado apropiado.
- El ayudante del soldador llevará también las mismas protecciones.
- No se deben cortar o soldar piezas apoyadas sobre suelos de piedra, hormigón madera, plástico o alquitrán sin aislarlas convenientemente de esos soportes.

Soldadura eléctrica.

- Se vigilará la correcta ejecución de las protecciones eléctricas de la máquina de soldar según indique el fabricante.
- Se utilizará la pantalla facial adecuada para el tipo de soldadura a realizar, éstas indicarán claramente la intensidad de la corriente en amperios para la cual está destinada.
- Las soldaduras se realizarán en espacios ventilados con el fin de que no se almacenen los humos desprendidos.
- Los cables de la maquina se situaran de manera que no entorpezcan al paso de y eliminando la posibilidad que sean pisados por personas o vehículos.
- Se evitarán las humedades en el puesto de soldadura.
- Los cables no deben someterse a intensidades de corriente superiores a su capacidad nominal.
- La base de soldar debe ser sólida y estar apoyada sobre objetos estables. El cable de soldar debe mantenerse con una mano y la soldadura se debe ejecutar con la otra
- Los porta-electrodos deben almacenarse donde no puedan entrar en contacto con los trabajadores, combustibles o posibles fugas de gas comprimido.
- Cuando los trabajos de soldadura se deban interrumpir durante un cierto periodo de tiempo se deben quitar todos los electrodos de sus soportes, desconectando el puesto de soldar de la fuente de alimentación.
- No utilizar electrodos a los que les quede entre 38 y 50 mm, ya que si estos son demasiado cortos se pueden dañar los aislantes de los porta-electrodos pudiendo provocar un cortocircuito accidental.
- Los electrodos y los porta-electrodos se deben guardar bien secos. Si antes de ser utilizados están mojados o húmedos, deben secarse antes de ser utilizados.
- Los soldadores deben situarse de forma que los gases desprendidos de la soladura no lleguen directamente a la pantalla facial protectora.
- La escoria depositada en las piezas soldadas debe picarse con un martillo especial de forma que los trozos salgan en dirección contraria al cuerpo. Previamente se deben eliminar de las escorias, las posibles materias combustibles que podrían inflamarse al ser picadas.
- No sustituir los electrodos con las manos desnudas, con guantes mojados o en el caso de estar sobre una superficie mojada o puesta a tierra, tampoco se deben enfriar los porta-electrodos sumergiéndolos en agua.
- No se deben efectuar trabajos de soldadura cerca de lugares donde se estén realizando operaciones de desengrasado, ya que pueden formarse gases peligrosos. Es conveniente prever una toma de tierra local en la zona de trabajo.

- No accionar el conmutador de polaridad mientras el puesto de soldadura esté trabajando, se debe cortar la corriente antes de cambiar la polaridad.
- La ropa de trabajo será de pura lana o algodón ignifugo. Las mangas serán largas con los puños ceñidos a la muñeca, además llevará un collarín que proteja el cuello. Es conveniente que no lleven bolsillos y en caso contrario se podrán cerrar herméticamente. Los pantalones no deben tener dobladillo, pues pueden retener las chispas producidas.
- El soldador debe tener cubiertas todas las partes del cuerpo antes de iniciar los trabajos de soldadura. La ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable debe ser desechada inmediatamente, asimismo la ropa húmeda se hace conductora por lo que debe ser cambiada ya que en condiciones de bajo aislamiento es peligroso tocar los útiles de soldar. No se deben hacer trabajos de soldadura cuando llueve o en lugares conductores sin la protección eléctrica adecuada.
- Antes de soldar se debe comprobar que la pantalla o careta no tiene rendijas que dejen pasar la luz, y que el cristal contra radiaciones es adecuado a la intensidad o diámetro del electrodo.
- En los trabajos sobre elementos metálicos, es necesario utilizar calzado de seguridad aislante. Para los trabajos de picado o cepillado de escoria se deben proteger los ojos con gafas de seguridad o una pantalla transparente.
- Los ayudantes de los soldadores u operarios próximos deben usar gafas especiales con cristales filtrantes adecuados al tipo de soldadura a realizar. Para colocar el electrodo en la pinza o tenaza, se deben utilizar siempre los guantes. También se usarán los guantes para coger la pinza cuando esté en tensión.
- Todo el equipo de protección individual debe ser inspeccionado periódicamente ser sustituido cuando presente cualquier defecto.
- Se debe inspeccionar semanalmente todo el material de la instalación de soldadura, principalmente los cables de alimentación, empalmes, mordazas y bridas.
- En cuanto a los equipos de soldar de tipo rotativo es necesario revisar las escobillas sustituyéndolas o aproximándolas en caso necesario. En ambientes pulvígenos metálicos se debe limpiar periódicamente el interior con aire comprimido para evitar cortocircuitos o derivaciones a la carcasa.
- En el caso que se utilicen electrodos de tungsteno toriado en la soldadura de arco (TIG) se produce el riesgo de exposición a radiaciones ionizantes. Para minimizar el efecto de éstas radiaciones se proponen las siguientes medidas.
- Sustituir, siempre que sea posible los electrodos de tungsteno toriado por otros electrodos que no contengan materiales con actividad radioactiva, tungsteno-lantano, tungsteno-cerio.
- Garantizar que los trabajadores reciban una formación adecuada sobre los riesgos que se derivan de la utilización de éste tipo de electrodos.

- Exigir al fabricante o comercializador de los electrodos el correcto etiquetado de los envases que los contienen y la correspondiente ficha de datos de seguridad (FDS)
- Los envases deberán llevarla señal de advertencia de material radioactivo y la etiqueta debe contener información sobre la composición de dichos electrodos, recomendaciones sobre su utilización y sobre la gestión de las puntas sobrantes de los mismos.
- Disminuir al mínimo posible la generación de polvo en el proceso de afilado de los electrodos, así como reducir el número de trabajadores que realizan está operación.
- Suministrar a los trabajadores ropa de trabajo adecuada y proporcionarle doble taquilla, para guardar separadamente la ropa de calle y la ropa de trabajo.
- Garantizar la vigilancia de la salud de los trabajadores que realizan operaciones de soldadura con electrodos de tungsteno toriado y especialmente a los que ocupan puestos de trabajo que incluyan su afilado.
- Es recomendable que el almacenamiento de electrodos éste tipo de electrodos se realice en armarios destinados únicamente a tal fin y convenientemente señalizados.
- Se dispondrá de un plan de gestión de residuos que incluya la recogida, traslado y almacenamiento en el centro de trabajo hasta su entrega a un gestor autorizado.
- No comer ni beber en el área de trabajo
- Lavarse las manos antes de abandonar la zona de trabajo
- Manipular los electrodos de uno en uno
- No ponerse en el bolsillo electrodos de tungsteno toriado
- No utilizar éstos electrodos para otra finalidad diferente a la soldadura
- No tirar al suelo los restos de electrodos y guardarlos para su adecuada gestión como residuos de soldadura.
- No utilizar electrodos y restos de los mismos como objetos personales.

11.6 Trabajos de radiografiado.

Una vez realizada la unión de los tubos en las conducciones de gas mediante soldadura es necesario que ésta esté bien ejecutada y no tenga fugas cuando entre en servicio.

El control de la calidad de las soldaduras se realizará mediante gammagrafía, utilizando para ello Iridio 192 como una fuente de rayos gamma. Los rayos gamma pueden originar el riesgo de exposición de los trabajadores a radiaciones ionizantes, por lo que se deberá aplicar un protocolo de actuación específico.

11.6.1 Medidas preventivas.

- Antes de comenzar la actividad los trabajadores profesionalmente expuestos a éstas radiaciones deberán recibir una formación adecuada en materia de protección

radiológica y deberán ser informados e instruidos sobre el riesgo de exposición a radiaciones ionizante en su puesto de trabajo, que como mínimo tendrá los siguientes puntos.

- Riesgos de las radiaciones ionizantes y sus efectos biológicos.
- Normas generales de protección y precauciones a tomar durante el régimen normal de trabajo y en caso de accidente.
- Normas específicas, medios y métodos de trabajo para su protección en las operaciones a efectuar.
- Conocimiento y utilización de los instrumentos de detección y medida de radiaciones y de los equipos y medios de protección personal.
- Necesidad de efectuar reconocimientos médicos periódicos.
- Actuación en caso de emergencia.
- Importancia de las medidas técnicas y médicas.
- Responsabilidades derivadas de su puesto de trabajo con respecto a la protección radiológica.
- Los trabajadores expuestos no deberán sobrepasar las dosis recogidas en el "Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes".
- Todos los trabajadores expuestos están obligados a someterse a un reconocimiento anual y dispondrá del correspondiente protocolo médico individual izado, que deberá archivarse durante al menos 30 años desde su cese de actividad.
- Los trabajadores que se incorporen de nuevo se les efectuará un examen médico especializado que permita conocer su estado de salud y su aptitud para el trabajo desarrollado.
- Se llevará a cabo un historial dosimétrico de cada uno de los trabajadores profesionalmente expuestos
- Los Rayos X deben ser manejados por un técnico competente en la materia.
- Los operadores del equipo de radiografía dispondrán de la Licencia de Operador emitida por el Consejo de Seguridad Nuclear.
- Se realizarán mensualmente controles dosimétricos personales de las radiaciones recibidas, para ello los trabajadores expuestos llevarán siempre el medidor de radiación.
- El foco de emisión se alejará al máximo de los trabajadores expuestos.
- Se intentará reducir al máximo el tiempo de exposición y el número de trabajadores expuestos.
- Se prohíbe la realización de trabajos expuestos a radiaciones ionizantes a menores de 18 años, mujeres embarazadas y a personal especialmente sensible.
- Antes de comenzar los trabajos con radiaciones ionizantes. El operador colocará toda la señalización necesaria y chequeará el perímetro, de modo que en el área no se encuentre personal sin autorización. Los carteles de señalización deben ser

normalizados, y de dimensiones amplias para permitir su correcta visión a distancia. En todos los casos se colocarán en los posibles caminos que accedan a la posición. Como complemento a la señalización se colocarán al menos 2 conos de tráfico junto a las señales colocadas en el camino de acceso, de modo que quede obstaculizado el paso de vehículos y máquinas.

- Se realizará un plan de emergencia.
- Los equipos de radiografía dispondrán de la Autorización del Ministerio de Industria.
- Tras la exposición el operador chequeará con la ayuda del radiómetro, que la fuente ha retornado al interior del container o que el generador de rayos X se ha desactivado. Antes de proceder a mover el container, el operador se asegurará de que está cerrado por su dispositivo de seguridad. Nunca se moverá el container de un lugar a otro sin observar este requerimiento.
- Durante la ejecución de la radiografía todo el personal deberá mantenerse fuera del recinto de seguridad acotado.
- Cuando se realicen ensayos simultáneamente con la soldadura, el personal de radiografía usará protección ocular.
- Cuando los exámenes se realicen de noche, deberá disponerse de la iluminación adecuada.
- Durante la realización de ensayos con acceso muy restringido, se utilizarán técnicas apropiadas. El acceso por el interior de los tubos quedará restringido a diámetros de 26'' y mayores.
- Los operadores deberán tener precaución en el levantamiento de cargas (equipos de rayos X, de partículas, etc.) adoptando las posturas adecuadas. Deberán evitarse las posturas forzadas.
- El transporte de los equipos a la obra se realizará en contenedores homologados, con marcado CE.

El operador estará acompañado siempre por un ayudante familiarizado con el procedimiento de operación y los requerimientos de seguridad, especialmente en aplicaciones difíciles.

Antes del inicio de los trabajos, el operador verificará que el radiómetro funciona, y confirmará que el certificado de calibración no está caducado, siendo obligatorio tenerlos siempre que estén manipulando fuentes radiactivas o equipos de RX. Ambos, el operador y el ayudante, estarán provistos con sus correspondientes películas de dosimetría. Como medida de seguridad, el operador y ayudante llevará consigo su lector de dosis.

Antes de dar comienzo a ningún trabajo el operador pensará minuciosamente el plan a seguir y los pasos a llevar a cabo sin improvisar, examinando 'in situ' el área de trabajo. Cuando se vaya a realizar una radiografía que entrañe el riesgo de recibir una alta dosis de radiación, se realizará una prueba en la misma situación física, pero sin exposición a la radiación. Con los

datos de tiempos y distancias de la prueba se hará un cálculo de la tasa de radiación previsible para evaluar si es posible hacer la radiografía. Un estudio se llevará a cabo de antemano sobre la mejor manera de protegerse el mismo y su ayudante, el personal y el público en general, de la radiación directa y la radiación reflejada (indirecta). No debe nunca operar sin hacer este estudio; en caso de duda, deberá consultar a la D.D.O.

11.7 Trabajos en presencia de atmósferas explosivas.

En particular será de aplicación el Real Decreto 681/2003 de 12 de junio sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo, y la norma técnica PE.03273.ES.TR.PRL que establece los condicionantes y medidas en lo referente a este aspecto.

11.7.1 Medidas preventivas.

- Antes de acceder a un emplazamiento clasificado como de zona de riesgo de explosión se deberá comprobar, con los equipos detectores adecuados, que no existe presencia de atmósfera explosiva ni peligrosa.
- Una vez en el interior del emplazamiento se repetirá la comprobación de la atmósfera en las inmediaciones del área de trabajo y antes de iniciar el mismo. Igualmente, se realizarán comprobaciones posteriores a intervalos periódicos de tiempo o de modo continuo, en función de la peligrosidad que conlleven los trabajos a realizar.
- Las operaciones que se realicen en emplazamientos peligrosos clasificados que conlleven la presencia de llama o chispas sólo se podrán realizar previa adopción de las medidas de prevención necesarias para que el nivel de riesgo por actividad no sea superior al nivel de riesgo de la instalación en condiciones de funcionamiento normal, incluyendo –en caso necesario– la opción de dejar la instalación sin carga.
- Se prohíbe fumar en los emplazamientos peligrosos clasificados, así como mantener encendido el teléfono móvil o cualquier otro dispositivo electrónico que no esté homologado para su uso en dichos emplazamientos.
- Se seguirán en todo momento los procedimientos establecidos para cada operación y las medidas de seguridad específicas detalladas en ellos.
- Se tendrán en cuenta las posibles descargas electrostáticas producidas por los trabajadores o el entorno de trabajo como portadores o generadores de carga. En este sentido, se deberá proveer a los trabajadores de calzado y ropa de trabajo adecuados, que no produzcan descargas electrostáticas.
- Los emplazamientos peligrosos clasificados como zona de riesgo estarán señalizados conforme a lo establecido en el Anexo V.
- En todos aquellos casos en que un emplazamiento clasificado como zona de riesgo de explosión disponga de más de un acceso, se dispondrá y mantendrá uno de ellos como

salida de emergencia que, en caso de peligro, permita a los trabajadores abandonar con rapidez y seguridad los lugares amenazados.

- Antes de utilizar por primera vez los lugares de trabajo donde existan áreas en las que puedan formarse atmósferas explosivas, deberá verificarse su seguridad general contra explosiones por técnicos de prevención con formación de nivel superior, trabajadores con experiencia certificada de dos o más años en el campo de prevención de explosiones o trabajadores con una formación específica en dicho campo. A este respecto, las unidades de GN encargadas de la construcción de instalaciones que puedan considerarse como emplazamientos clasificados deberán exigir la realización de esta verificación antes de la puesta en marcha definitiva, así como la expedición del correspondiente certificado o documento de conformidad con el R.D. 681/2003, el cual deberá ser remitido posteriormente a las unidades encargadas de su operación.
- La instalación, los aparatos, los sistemas de protección y sus correspondientes dispositivos de conexión sólo se pondrán en funcionamiento si están garantizados para ser usados con seguridad en una atmósfera explosiva. Se prestará especial atención a los equipos eléctricos portátiles que se vayan a utilizar. En este sentido, se cumplirá lo establecido en el Anexo VI.
- Los dispositivos para la comprobación de atmósferas explosivas deberán disponer, siempre en condiciones de funcionamiento, de alarma sonora de nivel adecuado al nivel de ruido existente en el emplazamiento. Sólo se podrán utilizar equipos de detección que cumplan las especificaciones de materiales establecidas por GN.
- En las zonas indicadas se deberán utilizar las siguientes categorías de aparatos (según R. D. 400/1996), siempre que resulten adecuados para gases:
    1. En la zona 0, los aparatos de la categoría 1
    2. En la zona 1, los aparatos de las categorías 1 ó 2
    3. En la zona 2, los aparatos de las categorías 1, 2 ó 3
- Se utilizarán herramientas manuales anti-chispa (acero cromo-vanadio, maza de bronce, etc.) en adecuado estado de uso.
- Antes de introducir un equipo eléctrico en el interior de un emplazamiento clasificado se deberán revisar sus conexiones y aislamientos, desestimando aquellos que presenten deterioro.
- Los equipos de trabajo que se utilicen cumplirán el R. D. 1215/1997, tanto en lo referente a sus características como en lo que concierne a su utilización.
- El personal deberá disponer y usar los equipos de protección individual necesarios. Se considera como dotación mínima la siguiente:
    - Casco de protección para la cabeza.
    - Pantalla facial de protección del rostro.
    - Mono o ropa de trabajo en tejido ignífugo.

- Equipo de respiración autónomo o semiautónomo, para situaciones de emergencia.

- Los equipos de protección individual cumplirán los requisitos establecidos en el R. D. 773/1997.
- Si se detecta la presencia de atmósfera explosiva se procederá a ventilar el emplazamiento hasta que la alarma del equipo desaparezca.
- En caso necesario, los trabajadores deberán ser alertados mediante la emisión de señales ópticas y/o acústicas de alarma y desalojados en condiciones de seguridad antes de que se alcancen las condiciones de explosión.
- No se accederá a un recinto mientras exista atmósfera explosiva en el mismo, salvo que se trate de una situación de emergencia y con la única misión de poner la instalación en seguridad. En estos casos se aplicarían las medidas adicionales de protección colectiva e individual necesarias. Todo escape o liberación –intencionada o no– de gases, vapores o nieblas inflamables o de polvos combustibles que pueda ocasionar riesgo de explosión será conducido o evacuado a un lugar seguro o, de no resultar viable, será contenido o controlado con seguridad por otros medios.
- No se permitirán venteos o purgas, intencionados o no, que salgan a ras de superficie en instalaciones subterráneas.

Para las actividades u operaciones específicas, especiales o no habituales se deberán complementar las medidas aquí descritas con cuantas otras sean necesarias para eliminar los riesgos derivados de la presencia de atmósferas explosivas o reducirlos a niveles mínimos.

11.7.2 Señalización de emplazamientos peligrosos con riesgo de explosión.

Como complemento a las medidas preventivas aplicables en los emplazamientos peligrosos clasificados como zonas de riesgo de explosión, y con el fin de advertir la posibilidad de este riesgo, los emplazamientos peligrosos correspondientes a Zona 0 y Zona 1 se deberán señalizar de acuerdo a lo establecido en el R.D. 681/2003 y en el presente Anexo. A tal fin, se dispondrá en dichos emplazamientos de una señal adecuadamente visible en forma de panel que cumpla con las siguientes condiciones:

a) Panel de forma triangular
b) Deberán figurar las letras EX en negro sobre fondo amarillo que ocupe como mínimo el 50% de la superficie de la señal, siendo los bordes del triángulo de color negro.

11.7.3 Formación e información de los trabajadores.

- Los trabajos a realizar en zonas clasificadas sólo podrán ser realizados por trabajadores que dispongan de una formación e información mínima en prevención de riesgos en atmósferas explosivas, con los siguientes contenidos:

- Características físico-químicas del gas natural y de los GLP.
- Riesgos que presentan el gas natural y los GLP, centrándose principalmente en los riesgos de explosión, inflamación y asfixia.
- Medidas de prevención y protección, encaminadas a impedir la formación de atmósfera explosiva (conducción de escapes, ventilación, etc.), la ignición de dicha atmósfera explosiva (uso de herramientas que no produzcan chispa, uso de explosímetros, prohibición de fumar, utilización de equipos adecuados,…).
- Conocimientos teóricos y prácticos sobre comportamiento ante el fuego, extinción (extintores, bocas de incendio, red de hidrantes, etc.) y equipos de protección individual para estos casos.
- Manejo de equipos detectores de atmósferas explosivas (detectores múltiples o explosímetros, etc.).

La formación que reciba el trabajador quedará debidamente registrada. Además de la formación reseñada, los trabajadores que puedan estar expuestos a los riesgos de una atmósfera explosiva en su lugar de trabajo recibirán información sobre:

- Sistemática de solicitud de permisos de trabajo.
- Instrucciones de trabajo de aplicación en cada caso.
- Manejo y mantenimiento de herramientas manuales anti-chispa.
- Equipos de trabajo que se pueden utilizar bajo atmósferas explosivas.
- Medidas básicas para evitar la formación de una atmósfera explosiva o la activación.

11.8 Trabajos con líquidos criogénicos (GNL).

La temperatura tan baja del GNL provoca efectos nocivos en las partes expuestas del cuerpo de una persona. Si éste no está suficientemente protegido contra las temperaturas ambientes bajas, sus reacciones y aptitudes pueden verse afectadas.

- Quemaduras por contacto con el frío.

  El contacto con el GNL puede provocar ampollas en la piel como las de una quemadura. Los tejidos delicados como los de los ojos pueden sufrir lesiones por la exposición a este gas frío aun cuando ésta fuera demasiado breve para afectar a la piel de la cara y las manos.

  Debe evitarse el contacto de las partes no protegidas del cuerpo con los tubos o los depósitos no aislados que contengan GNL. El metal sumamente frío puede pegarse a la piel y hay peligro de arrancar ésta tratando de separarse.

- Congelación.

Una exposición importante y prolongada a los vapores y a los gases fríos puede provocar congelación. Un dolor localizado avisa normalmente de la congelación pero a veces no se experimenta ningún dolor.

- Efecto del frío sobre los pulmones.

  La inspiración prolongada de aire sumamente frío puede dañar gravemente los pulmones. Una exposición de corta duración pude dar lugar a una molestia respiratoria.

- Hipotermia.

  Puede presentarse a temperaturas que llegan hasta 10ºC. Toda persona que presenta signos externos de hipotermia, deberá ser alejada de la zona fría y sumergida en un baño caliente a una temperatura de 40ºC. No se debe utilizar el calor seco para calentarla.

La manipulación de cualquier elemento de una instalación con presencia de GNL, por insignificante que sea, deberá efectuarse provisto de los medios de protección adecuados:

Medios de protección individual recomendados

- Cabeza y cara: Casco y visera de protección amplia y transparente.
- Cuerpo: Ropas de algodón que cubran la totalidad del cuerpo y extremidades.
- Manos: Guantes y manoplas de protección.
- Pies: Calzado sin herrajes.

El personal de la explotación deberá saber, no obstante, que las ropas protectoras son sólo un medio de protección contra salpicaduras ocasionales de GNL y que debe evitarse el contacto con el GNL.

Si las ropas se empapasen de GNL, deberán mantenerse separadas del contacto con la piel, hasta su calentamiento, o retirarlas si es factible.

La piel expuesta a GNL deberá tratarse con agua fría (no caliente o tibia). Posteriormente, las quemaduras se tratarán de la forma habitual, según grado, trasladando a la persona al correspondiente centro hospitalario.

Abrigar a la persona afectada, y darle bebidas calientes y azucaradas, no alcohólicas.

11.9 Trabajos incluidos en el Anexo II del R. D.1627/97.

De la relación de trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y salud de los trabajadores y recogidos en el Anexo II del R. D. 1627/97, la actividad que puede afectar a las obras que son objeto de este Plan de Seguridad y Salud.

Trabajos con riesgos especialmente graves por caídas de altura, por las particularidades características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.

11.10 Trabajos de pruebas.

11.10.1 Pruebas de estanqueidad (hidráulica y/o neumática).

Con esta operación se comprueba que el equipo es estable y no existen fugas.

Para ello, se llevan a cabo las siguientes fases o tareas (según procedimiento técnico de aplicación):

- Verificaciones
- Instalación de equipos específicos en zonas de trabajo
- Instalación de cabezas de prueba
- Fase de llenado
- Medidas de temperaturas
- Fase de presurización
- Fase de estabilización
- Fase de resistencia y estanqueidad
- Valoración de la prueba.
- Fase de despresurización, vaciado y secado.

Medidas Preventivas

El responsable de las pruebas comprobará todos los elementos de la conducción incluidos cabeza y colas de prueba debiendo tener las características mecánicas necesarias.

En pruebas de alta presión se balizará la zona afectada, colocando en caso necesario señales indicativas de prohibido el paso, pruebas de alta presión, debiendo reducir el número de personas al mínimo imprescindible.

Antes de la operación de llenado se habrá previsto un lugar de evacuación de aguas no pudiendo producir daños a terceros.

Se fijarán y lastrarán las mangueras de evacuación para evitar que, por cualquier aumento de presión, culebreen pudiendo producir daños.

Se balizará la zona de llegada de los pistones que estarán suficientemente protegidos mediante cámaras de recepción diseñadas al efecto.

Todos los equipos, motores compresores y calderines deberán estar provistos de medidas eléctricas y manométricas, y llevarán una placa visible indicando la presión máxima de trabajo a que pueden estas sometidos.

Plan de Seguridad y Salud

Se dispondrá de un walky-talkie para poder seguir las instrucciones y saber las contingencias que pudieran producirse.

La tubería se pondrá en carga y se aumentará la presión gradualmente, muy especialmente cuando la prueba sea neumática.

Operativa de la prueba

La operación de introducción del fluido de prueba se efectuará por el extremo de la nueva conducción más alejado siguiendo el sentido de circulación del gas. Para ello, en dicho extremo debe existir un punto para la entrada del fluido de prueba y su posterior purga, que puede ser:

- Una conexión especial para pruebas y purgado, a conectar al extremo de la tubería
- La llave de una de las acometidas más alejadas del punto de entrada del gas

En el caso de que en el tramo a probar existan uniones mecánicas, las mismas podrán permanecer vistas con el fin de que su estanqueidad pueda ser verificada mediante algún sistema de reconocida eficacia.

Se deberán tomar las medidas y precauciones necesarias para evitar que una eventual rotura de la canalización durante la prueba pueda ocasionar daños a las personas o a los bienes próximos a la zona de prueba. Dichas precauciones serán aún mayores en los puntos próximos a uniones mecánicas o tapones, eliminando las piedras y objetos cercanos a las mismas.

Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales

No se iniciará la prueba de resistencia y estanqueidad sin comprobar que la zona afectada está debidamente señalizada.

No se iniciará la prueba de resistencia y estanqueidad sin comprobar que no se hallan personas ajenas.

Durante la prueba de resistencia y estanqueidad y hasta transcurridos quince minutos desde que se ha alcanzado la presión de prueba, queda prohibida la presencia de personas sin la protección adecuada en la trayectoria de proyecciones provocadas por una eventual rotura.

Durante la prueba, el caso de que se utilice la acometida, nunca debe conectarse la instalación receptora a ésta hasta no haber concluido satisfactoriamente las operaciones de puesta en servicio.

Nunca perforar el tubo a través de la toma en carga hasta que el resultado de la citada prueba conjunta sea satisfactorio.

En espacios confinados se seguirán procedimientos de seguridad específicos (consultar apartado correspondiente en este plan de seguridad).

No acercarse con una llama, no producir chispas ni fumar en las cercanías de un lugar donde se estén realizando estos trabajos.

En la utilización de botellas de aire comprimido se observarán las medidas de seguridad indicadas en la legislación de referencia para estos equipos.

12. Identificación y medidas preventivas de los riesgos laborales de las máquinas y medios auxiliares utilizados en las fases de la obra.

El presente apartado tiene como finalidad dar las directrices en la utilización de éstas por parte de los trabajadores.

Todos los equipos, medios auxiliares y máquinas empleados en la obra, cumplirán con los R. D. 1644/2008, R. D. 1215/1997 y R. D. 2177/2004, y marcado CE y se cumplirán por parte de todos los intervinientes en la obra las siguientes condiciones:

1. Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función estándar.
2. El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.
3. Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente, la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.

4. Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con marcado "CE", se entenderá que dentro de las posibilidades, se utilizarán estos equipos.

Como condición previa al párrafo siguiente, cualquier trabajador o mando presente en la obra, estará en posesión del certificado médico de capacitación laboral, expreso para el trabajo que va a realizar o se prevea realice. Copia de los certificados de aptitud existirá en la oficina de obra a disposición de la Dirección Facultativa y en su caso de la Autoridad Laboral. Estas comunicaciones, documentarán claramente, y se realizarán cuando se conozcan durante la ejecución de este plan de seguridad y salud en el trabajo o conforme se produzcan las contrataciones o visitas, siendo requisito previo inexcusable para penetrar en la obra; es decir, las personas que no cumplan con lo que se expresa, les es de aplicación la calificación: "no son personas autorizadas para penetrar en la obra", según la solución de control de accesos en cumplimiento de la obligación expresada para el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra en el R. D. 1627/1997.

Las herramientas manuales se usarán tan solo para su fin específico.

Cada usuario comprobará el buen estado de las herramientas antes de su uso y será responsable de la conversación tanto de las a él encomendadas como de las que utilice de modo ocasional.

Los mangos de las herramientas deberán estar firmemente sujetos a las mismas. Se pondrá especial atención al respecto, en martillos, "mallos" y mazas.

Las herramientas de corte se mantendrán afiladas y con la hoja protegida con fundas adecuadas.

En el afilado de herramientas de corte se evitarán los sobrecalentamientos que puedan producir el destemplado de la hoja.

No se utilizarán gasolinas u otros hidrocarburos ligeros para la limpieza de piezas o herramientas.

12.1 Maquinaria.

12.1.1 Herramientas eléctricas.

Riesgos generales más frecuentes:

- Caída de objetos en manipulación
- Choques y cortes por objetos y herramientas
- Pisadas sobre objetos

- Contactos eléctricos
- Sobreesfuerzos

Normas o medidas preventivas tipo:

- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- Las máquinas herramientas eléctricas a utilizar estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Se prohíbe realizar reparaciones o manipulaciones en la maquinaria accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc., se realizarán a motor parado, para evitar accidentes.
- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante "montacorreas" (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etc., para evitar el riesgo de atrapamiento.
- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente, estarán protegidos mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de malla metálica, que permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.
- La instalación de letreros con leyendas de "máquina averiada", máquina fuera de servicio", etc., serán instalados y retirados por la misma persona.
- Las máquinas-herramienta con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramienta a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos (disolventes inflamables, explosivos, combustibles y similares), estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes.
- Se prohíbe el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte (o taladro) abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.
- Las conexiones eléctricas de todas las máquinas-herramienta a utilizar mediante clemas, estarán siempre protegidas con su correspondiente carcasa anti-contactos eléctricos.
- Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas-herramientas, se instalarán de forma aérea. Se señalizarán mediante cuerda de banderolas, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riesgos de tropiezo (o corte del circuito de presión).

- En relación con las herramientas eléctricas (taladradora portátil, pistola enrolladora soldador lámparas portátiles etc.) se deberá tener en cuenta que los principales peligros que existen son los debidos a :
- Existencia de tensión en la armadura ó carcasa metálica exterior del aparato por defecto de aislamiento en el interior del mismo.
- Contacto con una toma de corriente defectuosa
- Contacto entre los conductores.
- Para la prevención de accidentes se tendrán presentes los puntos siguientes:
- La tensión de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles de cualquier tipo no podrá exceder de 250V con relación a tierra.
- Cuando estos aparatos deban ser manejados por operarios que trabajen con malas condiciones de aislamiento, donde su contacto eléctrico con tierra sea bueno (tales como cámaras de registro, lugares húmedos, etc.) se procederá a colocar tablones o plataformas de madera debidamente aislados a tierra, para que el operario pise sobre ellos mientras trabaja.
- Antes de conectar cualquier aparato, hay que asegurase que la tensión a la que se conecta es la adecuada para su funcionamiento. En los aparatos alimentados por corriente continua se tendrá cuidado de efectuar las conexiones con la polaridad correcta.
- Cuando se usen bombas eléctricas sumergibles, mientras dura la operación de achique, no se debe estar en contacto con el agua.
- El cable de alimentación se inspeccionará siempre antes de conectarlo. Y si está defectuoso, se sustituirá por otro.
- Caso de tener que atravesar el cable de alimentación una zona de paso, se resguardará convenientemente. Se evitará siempre que los conductores sean pisados por personas o vehículos.
- Las conexiones se realizarán siempre por medio de clavijas o enchufes normalizados, nunca con hilos pelados o empalmes provisionales.
- Nunca se debe tirar del cable para desenchufar siempre hay que tirar de la clavija.
- Los cables de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles serán de tipo protegido con cubierta de material resistente, que no se deteriore por los roces.
- No se arrastrarán los conductores por bordes agudos, pues esto puede dar lugar a que se rompa la cubierta.
- Conviene proteger los conductores con alma espiral de acero o con un cilindro de goma o neopreno en las proximidades de su punto de unión con el aparato.
- Al elegir el cable que debe alimentar una determinada herramienta, se tendrá en cuenta lo siguiente.
    - Capacidad adecuada a la potencia de la herramienta.
    - Aislamiento suficiente seguro y sin deterioro.

  - Flexibilidad suficiente.
- Se vigilará que los cables de alimentación no estén en contacto con agua, ácidos u otros productos que pudieran provocar la corrosión del aislante protector.
- Se evitará en lo posible emplear cables de alimentación demasiado largos o que no estén en toda su longitud a la vista del trabajador que los utilice
- Todas las herramientas deberán estar protegidas eléctricamente durante su utilización. Esta protección se consigue de dos formas
  - Mediante doble aislamiento. Se trata de un tipo de herramientas que están construidas de tal forma (poseen doble aislamiento cuyo símbolo es un doble cuadro) que garantizan la protección. Estas herramientas no llevan toma de tierra en la clavija del enchufe.
  - Mediante conexión para toma de tierra. Se trata de aquellos aparatos que no poseen doble aislamiento y su carcasa metálica se conecta a tierra a través del cable de alimentación y su clavija correspondiente.
- Todo aparato eléctrico debe utilizarse asociado a una caja de conexión.
- La caja de conexión debe contener los siguientes elementos:
  - Interruptor diferencial de 30mA de sensibilidad
  - Interruptor para cortocircuitos y sobrecargas.
  - Alimentación a través de transformadores separadores de circuitos.
  - Borra para toma de tierra. Situada a un lado de la caja, debe conectarse, para tener toma de tierra y garantizar las protecciones de la caja, a un punto de la cámara de registro que ofrezca tierra: regletas, gancho par a la polea de tiro. Esta conexión es imprescindible para garantizar la conexión.
  - Base enchufe para entrada a la caja. Está colocada en un lado de la caja y es allí donde debe conectarse el cable que viene de la red o del grupo electrógeno.
  - Base de enchufe de salida. Ofrece 4 bases de enchufe a las que conectar los aparatos que se utilicen 2 bases de enchufe a 220V, para enchufar turbo brisas, ventilador y bomba eléctrica.1 base de enchufe a 24V para enchufar la lámpara portátil de iluminación 1 base de enchufe a 24V intermitente para enchufar la señal exterior.
- Periódicamente se comprobará el correcto funcionamiento de las protecciones.
- En la utilización de herramientas provistas de dispositivo de puesta a tierra de los elementos metálicos accesibles, el empleado debe asegurarse que el tercer hilo del cable de alimentación esté unido eléctricamente al borne de tierra del enchufe.
- El capataz deberá revisar periódicamente las herramientas eléctricas, para comprobar la ausencia de tensión respecto a tierra en las armaduras de las mismas, cuando se conectan a la red

- En caso de observarse tensión en la armadura, deberá prohibirse la utilización de dicha herramienta hasta que no sea reparada.
- No se utilizará la lámpara portátil sin protección. Son muy peligrosas especialmente en lugares húmedos.
- Tanto el mango como la cubierta del casquillo e incluso la malla que protege de los golpes la lámpara, deberán ser íntegramente aislantes.
- Las herramientas eléctricas se desconectarán al término de su utilización o pausa en el trabajo. En caso de revisión o reparación es elemental su propia desconexión
- Cuando se tenga necesidad de retirar las virutas que puedan producirse durante el trabajo, es preciso realizar dicha operación cuando el aparato no esté en funcionamiento.

12.1.2 Grúas autopropulsadas.

Riesgos generales más frecuentes:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles.
- Atrapamiento o aplastamiento por y entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Incendios
- Atropellos o golpes con vehículos
- Exposición al ruido
- Exposición a vibraciones
- Contactos eléctricos

Normas o medidas preventivas tipo:

- La grúa autopropulsada tendrá al día el libro de mantenimiento, en prevención de los riesgos por fallo mecánico.
- El gancho (o el doble gancho), de la grúa autopropulsada estará dotado de pestillo (o pestillos), de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de la carga.
- Se comprobará el correcto apoyo de los gatos estabilizadores antes de entrar en servicio la grúa autopropulsada.
- Se dispondrá en obra de una partida de tablones de 9 cm. de espesor (o placas de palastro), para ser utilizada como plataformas de reparto de cargas de los gatos estabilizadores en el caso de tener que apoyar sobre terrenos blandos.

- Las maniobras de carga (o descarga), estarán siempre guiadas por un especialista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Se prohíbe expresamente, sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa autopropulsada, en función de la longitud en servicio del brazo.
- El gruista tendrá la carga suspendida siempre a la vista. Si esto no fuere posible, las maniobras estarán expresamente dirigidas por un señalista.
- Se prohíbe permanecer o realizar trabajos dentro del radio de acción de cargas suspendidas, en prevención de accidentes.
- Se mantendrá la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Se evitará pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella sobre el personal.
- No se dará marcha atrás sin ayuda de un señalista.
- Se subirá y bajará de la cabina y plataformas por los lugares previstos para ello.
- No se saltará nunca directamente al suelo desde la máquina si no es por un inminente riesgo.
- Si entra en contacto con una línea eléctrica, se pedirá auxilio con la bocina y se esperará recibir instrucciones. Sobre todo, no se permitirá que nadie la toque, la grúa autopropulsada, puede estar cargada de electricidad.
- En espacios angostos las maniobras se realizarán con ayuda de un señalista.
- Antes de cruzar un "puente provisional de obra", se cerciorará que tiene la resistencia necesaria para soportar el peso de la máquina.
- Se asegurará la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento. Se pondrá en la posición de viaje
- No se permitirá que nadie se encarame sobre la carga, ni se admitirá que alguien se cuelgue del gancho.
- Se limpiarán los zapatos del barro o de la grava que pudieran tener antes de subir a la cabina.
- No se realizarán nunca arrastres de carga o tirones sesgados.
- Se mantendrá a la vista la carga. Si debe mirar hacia otro lado, se pararán las maniobras.
- No se intentará sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada.
- Se levantará una sola carga cada vez.
- Se asegurará que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Se pondrán en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos.
- No se abandonará la máquina con una carga suspendida.
- No se permitirá que haya operarios bajo cargas suspendidas.
- Antes de izar una carga, se comprobará en la tabla de la cabina la distancia de extensión máxima del brazo. No se sobrepasará el límite marcado en la tabla.

- Se respetarán siempre las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina y se hará respetar al resto del personal resto del personal.
- Antes de poner en servicio la máquina, se comprobarán todos los dispositivos de frenado.
- No se permitirá que el resto del personal acceda a la cabina o maneje los mandos.
- No se consentirá que se utilicen, aparejos, balancines, eslingas o estribos defectuosos o dañados.
- Se asegurará de que todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estribos posean el pestillo de seguridad que evite el desenganche fortuito.
- Se utilizarán siempre los equipos de protección que le indiquen en la obra.

12.1.3 Maquinaria de obra.

SIERRA CIRCULAR

Riesgos generales más frecuentes:

- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles.
- Atrapamiento o aplastamiento por y entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Exposición al ruido

Normas o medidas preventivas tipo:

SIERRA CIRCULAR

Riesgos generales más frecuentes:

- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles.
- Atrapamiento o aplastamiento por y entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Exposición al ruido

Normas o medidas preventivas tipo:

- Las sierras circulares, no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros, (como norma general) del borde de la zanja.
- No se ubicarán en el interior de áreas de batido de cargas suspendidas del gancho de la grúa, para evitar los riesgos por derrame de carga.
- Estarán dotadas de los siguientes elementos de protección:

- Carcasa de cubrición del disco.
- Cuchillo divisor del corte.
- Empujador de la pieza a cortar y guía.
- Carcasa de protección de las transmisiones por poleas.
- Interruptor estanco.
- Toma de tierra.

- El mantenimiento será realizado por personal especializado.
- La alimentación eléctrica se realizará mediante mangueras antihumedad, dotadas de clavijas estancas.
- Se prohíbe ubicar la sierra circular sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y eléctricos.
- Se limpiará de productos procedentes de los cortes, los aledaños de las mesas de sierra circular.
- Antes de poner la máquina en servicio compruebe que no está anulada la conexión a tierra, en caso afirmativo, avise al encargado para que sea subsanado el defecto y no trabaje con la sierra, puede sufrir accidentes por causa de electricidad.
- Compruebe que el interruptor eléctrico es estanco, en caso de no serlo, avise al encargado para que sea sustituido, evitará accidentes eléctricos.
- Utilice el empujador para manejar la madera; considere que de no hacerlo puede perder los dedos de sus manos. Desconfíe de su destreza. Esta máquina es peligrosa.
- No retire la protección del disco de corte.
- Si la máquina se detiene, retírese de ella y avise al Encargado para que sea reparada. No intente realizar ni ajustes ni reparaciones, puede sufrir accidentes. – Desconecte el enchufe –
- Antes de iniciar el corte: - Con la máquina desconectada de la energía eléctrica – gire el disco a mano. Haga que lo sustituyan si está fisurado, rajado o le falta algún diente. Si no lo hace, puede romperse durante el corte y usted o sus compañeros pueden resultar accidentados.
- Para evitar daños en los ojos, solicite se le provea de unas gafas de seguridad de antiproyección de partículas y úselas siempre, cuando tenga que cortar.
- Extraiga previamente todos los clavos o partes metálicas hincadas en la madera que desee cortar. Puede fracturarse el disco o salir despedida la madera de forma descontrolada, provocando accidentes serios.
- Observe que el disco para corte cerámico no está fisurado. De ser así, solicite al encargado que se cambie por otro nuevo. Esta operación realícela con la máquina desconectada de la red eléctrica.
- Efectúe el corte a sotavento. El viento alejará de usted las partículas perniciosas, pero procure no lanzarlas sobre sus compañeros, también pueden sufrir daños al respirarlas.

- Moje el material cerámico – empápelo de agua -, antes de cortar, evitará gran cantidad de polvo.

HORMIGONERA

Normas o medidas preventivas tipo:

- Las hormigoneras pasteras no se ubicarán a distancias inferiores a 3 m (como norma general) del borde (excavación, zanja, vaciado y asimilables) para evitar los riesgos de caída a otro nivel que pudiera generar daños a los trabajadores.
- No se colgarán del gancho de la grúa, para prevenir los riesgos por derrames o caídas de la carga.
- Tendrán protegidos mediante una carcasa metálica los órganos de transmisión – correas, corona y engranajes -, para evitar los riesgos de atrapamiento.
- Estarán dotadas de freno de basculamiento del bombo, para evitar los sobreesfuerzos y los riesgos por movimientos descontrolados.
- La alimentación eléctrica se realizará a través del cuadro auxiliar, en combinación con la tierra y los disyuntores del cuadro general (o de distribución) eléctrico, para prevenir los riesgos de contacto con la energía eléctrica.
- Las carcasas y demás partes metálicas estarán conectadas a tierra.
- La botonera de mandos eléctricos será de accionamiento estanco, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las operaciones de limpieza directa – manual se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica.
- Las operaciones de mantenimiento estarán realizadas por personal especializado para tal fin.
- El cambio de ubicación de la hormigonera pastera a gancho de grúa, se efectuará mediante la utilización de un balancín (o aparejo indeformable), que la suspenda de cuatro puntos seguros.

CAMIÓN VOLQUETE

Riesgos generales más frecuentes:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles.
- Atrapamiento o aplastamiento por y entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Incendios

- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos

Normas o medidas preventivas tipo:

- Se dispondrá de las autorizaciones necesarias en caso de necesitar circular por vías públicas (ya que no se puede circular por ellas sin autorización).
- Se inspeccionará visualmente alrededor de la máquina antes de subir a ella.
- Se deberá inspeccionar si la estructura Protectora contra vuelcos (ROPS) está deteriorada.
- Se probará la dirección auxiliar diariamente o al principio de cada turno.
- Se observará que las escaleras y pasamanos estén en buen estado y limpios
- Se mantendrá limpia la cabina del operador
- Se evitará quitar ninguna pieza hasta su total descarga de presión , abriendo su válvula de alivio
- Se debe girar el interruptor de máquina DESCONECTADA antes de manipular la máquina.
- Se mantendrá la caja bajada o si está levantada se comprueba que esté fija.
- Se evitará llevar ropas sueltas, brazaletes o cadenas.
- Se tratará de no realizar ajustes con el motor de la máquina en marcha.
- Se evitará la utilización de cables torcidos o deshilachados, utilizando guantes para su manipulación.
- Se deben utilizar gafas de protección al golpear objetos, con pasadores, bulones, etc.
- Se eliminará la presión del sistema correspondiente antes de desmontar cualquier tubería.
- Se evitará tener trapos impregnados con grasa u otros u otros materiales inflamables dentro de la cabina
- Se deben limpiar los derrames de aceite o de combustibles y no permitir la acumulación de materiales inflamables en la máquina
- Se utilizarán ambas manos para subir y bajar de la máquina, mirando hacia ella
- Se evitará subir o bajar de la máquina si va cargado con suministros o herramientas
- Se deberá ajustar el cinturón de seguridad y el asiento antes de arrancar la máquina
- Se asegurará de que todas las luces indicadoras funcionan correctamente
- Se observará si hay alguien trabajando en la máquina, debajo o cerca de la misma, antes de arrancarla.
- Se debe anticipar la pendiente y se seleccionará la velocidad de cambio adecuada.
- Se inspeccionarán los neumáticos periódicamente durante el turno de trabajo
- Se deben poner todos los controles de los implementos en su posición fija antes de arrancar la máquina

- Se operarán los controles sólo con el motor en funcionamiento
- Se debe conectar el freno de servicio para parar la máquina y poner la palanca de control de la transmisión en NEUTRAL
- Se conectará el freno de estacionamiento al estacionar la máquina
- Se debe parar el motor y girar la llave de arranque hasta su posición de desconectada al estacionar la máquina

PEQUEÑA MAQUINARIA Y ELEMENTOS AUXILIARES

Normas o medidas preventivas tipo:

- Máquinas de soldadura de PE y elementos de obturación como balonas, pinzadores, etc.
- La totalidad de las máquinas y elementos auxiliares que se utilicen estarán en buen estado de conservación y mantenimiento, utilizándose única y exclusivamente para el fin con el que han sido diseñadas. Todas ellas dispondrán del correspondiente marcado CE.
- Las máquinas y elementos auxiliares no se lanzarán al interior de la zanja o cala.
- Se prohíbe acercarse con llama, producir chispas o fumar en las inmediaciones del área (en trabajos con posible presencia de gas).
- En operaciones con posible presencia de gas se tendrá a mano como mínimo un extintor. Así mismo para trabajos con posible presencia de gas y situados en recintos cerrados se tendrá a mano el equipo de respiración artificial para su posible utilización si existe menos del 19,5% de oxígeno en la atmósfera.
- El balonamiento se considerará siempre como una solución momentánea y con presencia de personal en obra. Si se precisa mantener el aislamiento de forma más continuada, se emplearán soluciones más eficaces (obturadores, tabiques, discos ciegos, etc.) determinado en su caso (por parte del responsable de la obra y por escrito) un plan de vigilancia adecuado.
- Cuando se obture con balones, el tramo aislado entre ellos debe purgarse adecuadamente comprobándolo con el explosímetro periódicamente, así como la presión de los balones utilizados.
- Revisar el estado de conservación de los equipos de soldadura, cables, enchufes, etc. En la soldadura a tope, mantener la distancia de seguridad adecuada para evitar cualquier riesgo de atrapamiento en el momento de dar la fuerza.

VEHÍCULOS LIGEROS

Normas o medidas preventivas tipo:

- Los vehículos empleados serán legales, con la ITV vigente, permiso de circulación, seguros a terceros y de responsabilidad civil.
- El conductor tendrá el permiso de conducción en vigencia, así como sus condiciones médico-sanitarias acreditadas en buen estado.
- Según la legislación vigente no está permitido conducir con tasas de alcohol, sustancias estupefacientes y otras nocivas.

12.1.4 Medios Auxiliares.

PLATAFORMAS DE TRABAJO

Normas o medidas preventivas tipo:

- En la construcción de las plataformas se cuidará la calidad de los tablones, se situarán éstos en suficiente número para no dejar separaciones entre ellos y se sujetarán al andamiaje para evitar deslizamientos o vuelcos. Preferentemente se usarán andamios prefabricados con planchas de enclave. La anchura de la plataforma será como mínimo de 60 cm.
- Estarán construidas con materiales sólidos y pisos antideslizantes.
- No se considerarán como bases sólidas para nuevos elementos auxiliares.
- Las plataformas deslizantes sobre ruedas dispondrán de elementos de bloqueo que estarán accionados durante su uso por los trabajadores
- Estarán dotadas de barandilla rígida completa en todo su perímetro, si la altura de caída es igual o superior a 2 m. Las plataformas se proveerán de barandillas a una altura mínima de 90 cm., listón intermedio y rodapiés
- Si la altura de caída es inferior a 2 m o en función de la necesidad de los trabajos, las plataformas dispondrán de cadenas o elementos removibles mediante pasadores de seguridad, que deberán utilizarse siempre que se esté realizando trabajos sobre la misma.
- Para el acceso a las plataformas de trabajo se deberá emplear escaleras de mano. Éstas rebasarán al menos un metro por encima de la plataforma al ser colocadas.

ESCALERAS PORTÁTILES

Riesgos generales más frecuentes:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.

- Choques y golpes contra objetos inmóviles.

Normas o medidas preventivas tipo:

- Antes de utilizar una escalera portátil se comprobará si está en buen estado. Para facilitar esta comprobación, las escaleras de madera no se pintarán, sino que para su conservación se usará únicamente barniz.
- Para trabajos eléctricos no se usarán escaleras metálicas.
- Las escaleras se situarán de modo que su pie diste de la pared ¼del largo total de la escalera.
- Las escaleras se instalarán sobre un suelo estable, contra una superficie sólida y fija, de forma que no puedan resbalar ni bascular.
- Las escaleras apoyables se proveerán de zapatas antideslizantes.
- Deben cuidarse los posibles desequilibrios del trabajador por la acción de fuerzas bruscas, como en el empleo de martillos pesados, clavadoras o arranque de objetos clavados en la pared.
- No usarán una escalera dos operarios a la vez.
- El usuario de la escalera portátil se mantendrá en la vertical dentro del espacio limitado por los largueros de la escalera.
- Las escaleras de tijera no se usarán como escaleras apoyables. Se mantendrán siempre totalmente abiertas con su fiador tensado y no se pasará de un lado a otro por la parte superior ni se situarán en el último escalón.
- Las escaleras de mano tendrán los largueros de una sola pieza con peldaños ensamblados y no solamente clavados.
- Las escaleras de mano deben sobrepasar en 1m la altura a salvar, midiéndose en vertical desde el plano de desembarco al extremo superior del larguero.
- Las escaleras se apoyarán sobre suelo estable y sobre superficie vertical sólida y fija, disponiendo en cualquier caso de zapatas antideslizantes en su extremo inferior y ganchos en el superior para evitar desplazamientos.
- La inclinación con que se apoye la escalera será aproximadamente de 75º, es decir, la escalera se situará de tal forma que el pie de la misma esté a una distancia de la base del apoyo igual a un cuarto de la longitud de la escalera.
- El ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán de frente a las mismas.
- Queda totalmente prohibido la utilización al unísono de la escalera por dos o más trabajadores, transportar pesos iguales o superiores a 25 Kg. y el uso de escaleras de madera pintada, ya que pueden ocultar posibles defectos y deterioros.

- Para una correcta conservación las escaleras de madera serán protegidas mediante barnices transparentes y no se almacenarán a la intemperie, ni serán expuestas a calor o humedad excesivos.
- Siempre que se trabaje sobre una escalera de mano se deberá permanecer en el plano de la misma desplazándose la escalera cuantas veces sea necesario. Nunca se avanzará el cuerpo lateralmente fuera de la escalera.
- Las escaleras de tijera estarán provistas de cadena u otro elemento que impida su abertura y no se utilizarán nunca a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo, ni se utilizarán como escalera simple ya que en este caso su estabilidad es mínima.
- El transporte de una escalera ha de hacerse con precaución, para evitar golpear a otras personas, mirando bien por donde se pisa para no tropezar con obstáculos. La parte delantera de la escalera deberá de llevarse baja.
- Trabajando sobre una escalera no se debe de tratar de alcanzar puntos alejados que obliguen al operario a estirarse, con el consiguiente riesgo de caída. Se deberá desplazar la escalera tantas veces como sea necesario.
- No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se deberá haber parado el mecanismo en movimiento o haber suprimido la energía del conductor.
- No se utilizarán como andamios, pasarela o para el transporte de materiales.
- No se subirá más arriba del penúltimo escalón.
- Si se manejan herramientas se utilizarán bolsas, cinturones o bandoleras para su transporte.
- Las escaleras apoyables se proveerán de zapatas antideslizantes.
- Deben cuidarse los posibles desequilibrios del trabajador por la acción de fuerzas bruscas, como el empleo de martillos pesados, clavadoras o arranque de objetos clavados.
- Las escaleras de mano deben mantenerse en perfecto estado de conservación, revisándolas periódicamente y retirando de servicio aquéllas que no estén en condiciones.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES

1. Normas legales y reglamentos de aplicación.

Siendo tan varias y amplias las normas aplicables a la Seguridad y Salud, en la ejecución de la obra se establecerán los principios que siguen. En caso de diferencia o discrepancia, predominará la de mayor rango jurídico sobre la de menor. En el mismo caso, a igualdad de rango jurídico predominará la más moderna sobre la más antigua.

Son de obligado cumplimiento las disposiciones que siguen:

- Directiva 89/656/CEE, fija las disposiciones mínimas de seguridad, y salud que garanticen una protección adecuada del trabajador en la utilización de los equipos de protección individual en el trabajo.
- Directiva 67/548/CEE, sustancias peligrosas.
- Directiva 88/379/CEE, de preparados peligrosos.
- Directiva 91/689/CEE, de residuos peligrosos.
- Directiva 91/156/CEE, de gestión de residuos.
- Normas UNE del Instituto Español de Normalización.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- Orden de 16 diciembre de 1987, por la que se establece modelos para notificación de accidentes y dicta instrucciones para su cumplimentación y tramitación.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. Y su modificación según el Real Decreto 159/1995 y la Orden de 20 de Febrero de 1997.
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.

- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la ley del Estatuto de los trabajadores y sus modificaciones según las leyes 24/1999 de 6 de Julio, 33/2002 de 5 de Julio y 28/2007 de 16 de Noviembre.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales. (B.O.E. 10/11/1995). Modificada por la Ley 50/1998 de 30 de Diciembre.
- Modificaciones efectuadas a la Ley 31/1995 por la Ley 50/1998, de 30 de Diciembre.
- Modificaciones efectuadas a la Ley 31/1995 por la Ley 39/1999 de 5 de Noviembre (modifica el artículo 26). (BOE 06/11/99)
- Modificaciones efectuadas a la Ley 31/1995 por la Ley 5/2000, de 4 de Agosto, por el que se aprueba la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social. Deroga los artículos 42.2, 42.4, 42.5, y del 45 al 52 excepto los párrafos tercero y cuarto del apartado 1 del art. 45 que siguen en vigor.
- Modificaciones efectuadas a la Ley 31/1995 por la Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- Real Decreto 363/1995, Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- Real Decreto 400/96, de 1 de marzo, sobre aparatos y sistemas de protección en atmósferas explosivas.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. Y su modificación según el Real Decreto 1124/2000 de 16 de Junio.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de prevención de Riesgos Laborales. (B.O.E. 25/10/1997). Y sus modificaciones.

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Y su modificación según el Real Decreto 2177/2004 de 12 de Noviembre.
- Real Decreto 39/1997, Reglamento de los servicios de prevención y sus modificaciones.
- Real Decreto 1215/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los de los equipos de trabajo. Y su modificación según el Real Decreto 2177/2004.
- Real Decreto 1314/1997, de 1 de agosto, por el que se dictan disposiciones sobre aparatos de elevación y manutención.
- Real Decreto 833/1998, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Real Decreto 230/98, de 16 de febrero. Reglamento de Explosivos.
- Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y modifica el R.D. 1244/1979, de 4 de Abril de 1979, que aprobó el Reglamento de aparatos de presión. (BOE 129 de 31 de mayo de 1999).
- Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los Policlorobifenilos y Policloroterfenilos y aparatos que los contengan.
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Seguridad en las máquinas. (B.O.E. 2 de diciembre).
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1 a la MIE-APQ-7.
- Medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio (B.O.E. 20/07/99).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el reglamento electrotécnico para baja tensión. (B.O.E. 224 de 18/09). Y sus modificaciones.
- Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico.

- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. (B.O.E. 145. 18 de junio).
- Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción Técnica Complementaria "MIE-AEM-4" del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud de equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. Y su modificación según el Real Decreto 330/2009 de 13 de Marzo.
- Real Decreto 688/2005, de 10 de junio, por el que se regula el régimen de funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social como servicio de prevención ajeno. (B.O.E. 139 de 11 de junio).
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de La Construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, que deroga al RD 1316/1989 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- Real Decreto 396/2006, de 31 de Marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a todos los trabajos con riesgo de exposición al amianto, BOE núm.86 de 11 de Abril.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, Reglamento de Servicios de Prevención y el RD 1627/97.
- Real Decreto 919/2006, de 28 julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de Distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de La Construcción.

- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción. Y sus modificaciones.
- Ley 20/2007, de 11 de julio, del Estatuto del Trabajador Autónomo.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de Febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007 de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Normas de carreteras 8.3-IC. Señalización de obras. Normas para señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras. (OM 31/8/97).
- Resolución de 1 de agosto de 2007, de la Dirección General de Trabajo, por la que se inscribe en el registro y publica el IV Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción o siderometalúrgico. (Según que el Contratista adjudicatario sea un Constructor o un Instalador).
- Convenio General del Sector de La Construcción 2007-2011.
- Ordenanzas Municipales.

Así mismo, serán de aplicación la reglamentación sobre gases combustibles, aparatos a presión, aparatos de elevación y manutención, reglamento electrotécnico de baja tensión y seguridad en máquinas, y cualquier otra disposición específica que afecte a la seguridad de un trabajo concreto.

También serán de aplicación cualquier otra disposición específica que afecte a la seguridad del trabajo.

2. Equipos de protección individual.

El encargado del Servicio de Prevención dispondrá en cada uno de los trabajos en obra la utilización de las prendas de protección adecuadas para la realización de la tarea.

El personal de obra deberá ser instruido sobre la utilización de cada una de las prendas de protección individual que se le proporcionen.

En el R. D. 773/97, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, se establecen las condiciones mínimas para la elección, utilización por los trabajadores y mantenimiento de dichos equipos.

En el R. D. 1407/92, de 20 de noviembre, modificado por el R. D. 159/95, de 3 de febrero y por la Orden de 20 de febrero de 1997, se fijan las condiciones que deben cumplir los equipos de protección individual, para su comercialización y libre circulación intracomunitaria, así como las exigencias esenciales de sanidad y seguridad. Todos los EPI's deberán llevar el marcado CE y poseer la correspondiente declaración de conformidad del fabricante, en la que se asegure que cumple con los requisitos del R. D. 1407/92.

Según el R. D. 773/97, es obligación del empresario informar y formar a los trabajadores. La información debe realizarse antes del uso de los EPI's para informar sobre que riesgos protege.

2.1 Necesidad de uso.

Se deberá estudiar en primer lugar la posibilidad de eliminar la situación de riesgos mediante el empleo de la acción preventiva detallada en el art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Los EPI's siempre se usarán siempre y cuando no exista otra medida más eficaz, o como complemento a estas medidas.

2.2 Selección de equipos de protección individual.

Para la selección de los EPI adecuados debe comprobarse cuál es el grado necesario de protección que precisan las diferentes situaciones de riesgo y el grado de protección que ofrecen los distintos equipos frente a esas situaciones, así como su idoneidad, sin constituir, por sí mismos, un riesgo adicional.

Se recomienda que los trabajadores también participen en la selección final.

2.3 Adquisición de EPI.

Tras la selección de los EPI, se han de examinar las disponibilidades que el mercado ofrece con el fin de que se ajusten a las condiciones y prestaciones exigidas.

Su idoneidad y calidad viene garantizada por el cumplimiento de las exigencias contempladas en el R. D. 1407/1992 relativo a la comercialización de equipos de protección individual.

2.4 Normalización interna de uso.

Para la correcta utilización de los EPI adquiridos y previamente a su utilización, se debe establecer un procedimiento normalizado de uso, que informe de manera clara y concreta sobre los siguientes aspectos:

- Zonas o tipo de operaciones en que debe utilizarse.
- Instrucciones sobre su correcto uso.
- Limitaciones de uso, en caso de que las hubiera.
- Instrucciones de almacenamiento.
- Instrucciones de limpieza.
- Instrucciones de conservación.
- Fecha o plazo de caducidad del EPI o de sus componentes.
- Criterios, si los hubiese, de detección del final de su vida útil.

2.5 Requisitos generales.

- Han de ser diseñados ergonómicamente, de tal manera que en las condiciones normales de uso, el usuario puede realizar normalmente la actividad que le exponga al riesgo, y tener una protección de nivel tan elevado como sea posible.
- Habrá de tener grados de protección tan elevados como sea posible y clases de protección adecuadas a los distintos niveles de riesgo.
- No ocasionarán riesgos, ni otros factores de molestia en condiciones normales de uso.
- Serán del material adecuado para que no tenga efectos nocivos sobre la salud e higiene del usuario. Las partes que están en contacto con el mismo, tendrá una superficie adecuada y libre de asperezas, aristas vivas, etc.
- Ofrecerán las mínimas trabas al usuario para la realización de gestos y adopción de posturas, así como a la percepción de los sentidos.
- Se podrán poner fácilmente en la postura adecuada y mantenerlo así todo el tiempo de utilización con independencia de gestos, posturas y otros factores.
- Serán lo más ligeros posibles sin perjuicio de su solidez de fabricación.
- Habrá compatibilidad entre los distintos EPI's utilizados al mismo tiempo.
- Se dispondrá de un folleto explicativo del fabricante, que deberá entregar obligatoriamente, en el que además del nombre y dirección del mismo, figurara:
    - Instrucciones de uso, almacenamiento, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.
    - Rendimientos alcanzados en exámenes técnicos.

- Accesorios que puede utilizar el EPI y características de las piezas de repuesto.

- Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso.
- Fecha de caducidad del EPI.
- Embalaje adecuado para su transporte.
- Explicación de las marcas si las hubiera.

2.6 Criterios de elección de los EPI's.

CASCO DE SEGURIDAD	Normativa Aplicable: NPT 228
Criterios aplicables a los EPI's	• Proceso de Apreciación (existencia de protectores con prestaciones adecuadas a los riesgos que hayan de afrontar) • Elección de los Modelos (elección propiamente dicha)
Principio de Utilización: El casco de protección, como equipo de protección individual que es, debe utilizarse cuando los riesgos presentes en el lugar de trabajo no se puedan evitar con medios de protección colectiva técnicos o bien por otras medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.	
Características necesarias para que el EPI responda a los riesgos	
Factores a tener en cuenta: • Capacidad de amortiguación de los choques. • Resistencia al impacto en caída libre. • Resistencia a las proyecciones de objetos a velocidad. • Grado de aislamiento eléctrico. • Resistencia a la perforación. • Mantenimiento de las funciones de protección a bajas y altas temperaturas. • Resistencia a la llama.	
Consideraciones a tener en cuenta para la elección: Adaptación correcta del casco sobre la cabeza, de forma que no se desprenda fácilmente al agacharse o al mínimo movimiento. Fijación adecuada del arnés a la cabeza, de manera que no se produzcan molestias por irregularidades o aristas vivas. Los cascos deberán pesar lo menos posible. Debe evitarse barboquejo, puesto que podría ser una fuente adicional de riesgo. En puestos sometidos a radiaciones relativamente intensas (sol) los cascos deberán ser de policarbonato o ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno) para evitar su envejecimiento prematuro, y de colores claros, preferiblemente blancos para que absorban la mínima energía posible.	

CALZADO DE SEGURIDAD	Normativa Aplicable: NPT 227
Criterios aplicables a los EPI's	• Proceso de Apreciación (existencia de protectores con prestaciones adecuadas a los riesgos que hayan de afrontar) • Elección de los Modelos (elección propiamente dicha)
Características necesarias para que el EPI responda a los riesgos	
Factores a tener en cuenta: • Resistencia al impacto en caída libre. • Resistencia a las proyecciones de objetos a velocidad. • Resistencia al aplastamiento. • Resistencia a la perforación. • Resistencia al plegado. • Resistencia a la corrosión de punteras y plantillas de seguridad metálicas. • Resistencia a agentes químicos. • Impermeabilidad al agua, disolventes, etc. • Características antideslizantes de la suela. • Cierta resistencia al contacto con partículas incandescentes o a altas temperaturas.	
Consideraciones a tener en cuenta para la elección: • Características dimensionales que aseguren una correcta adaptabilidad al pie. • Capacidad de absorción del sudor de la primera suela. • Posibilidad de eliminar el vapor por la caña y/o material que conforma el calzado para una correcta transpiración. • Impermeabilidad al agua. • Flexibilidad. • Buen diseño de cierre que impida la penetración de cuerpos extraños. • Deberán pesar lo menos posible. • Ausencia de puntos que al comprimir el pie ocasionen molestias (costuras y otras irregularidades interiores). • Rigidez transversal del calzado, horma y contrafuerte que proporcionen estabilidad al usuario. • Cualidades higiénicas de sus componentes.	

PROTECTORES VISUALES	Normativa Aplicable: NPT 262
Criterios aplicables a los EPI's	• Proceso de Apreciación (existencia de protectores con prestaciones adecuadas a los riesgos que hayan de afrontar) • Elección de los Modelos (elección propiamente dicha)
Características necesarias para que el EPI responda a los riesgos	
Factores a tener en cuenta: • Resistencia de los oculares, visores y resto del protector al impacto de grandes partículas sólidas proyectadas en caída libre. • Resistencia de los oculares, visores y resto del protector al impacto de pequeñas partículas sólidas proyectadas a gran velocidad. • Grado de fijación de los oculares o visores al resto del protector. • Resistencia al agua de los protectores. • Resistencia a la corrosión de los elementos metálicos de los protectores. • Grados de inflamabilidad y/o combustibilidad de los materiales no metálicos de los protectores. • Resistencia a los protectores a condiciones de temperatura y humedad relativa elevadas. • Reducción del campo visual. • Resistencia de oculares, visores y resto del protector a líquidos, disolventes, etc	
Consideraciones a tener en cuenta para la elección: • Diseño correcto que no produzca molestias excesivas, ni fácil desprendimiento en el caso de gafas. Material adecuado, que no produzca dermatosis ni posea aristas vivas. • Deberán poder limpiarse con facilidad. El peso deberá ser lo menor posible. • No deberán existir huecos libres en el ajuste de los oculares o visores al resto del equipo. • Los protectores dispondrán de aireación suficiente para evitar en lo posible el empañamiento de los oculares o visores. • En el caso de que los oculares deban estar graduados, el suministrador habrá de garantizar que cubre el riesgo para el que se solicitó la gafa.	

PROTECTORES AUDITIVOS	Normativa Aplicable: EN 352-2 Y EN 358
Criterios aplicables a los EPI's	• Proceso de Apreciación (existencia de protectores con prestaciones adecuadas a los riesgos que hayan de afrontar) • Elección de los Modelos (elección propiamente dicha)
Características necesarias para que el EPI responda a los riesgos	
Factores a tener en cuenta: • Diseño ergonómico en cuanto al volumen, esfuerzo y presión de aplicación y la adaptabilidad individual. • Variación de la atenuación con la frecuencia reducida de las potencias acústicas. • Posibilidad de remplazar los auriculares por tapones para los oídos. Elección previa prueba auditiva. • Utilización de un protector electroacústico apropiado. • Calidad de los materiales. Arista y ángulos redondeados. • Resistencia a la llama, a la combustión y a la fusión	
Consideraciones a tener en cuenta para la elección: • Debe elegirse en función del entorno laboral para que la eficacia sea satisfactoria y las molestias mínimas de entre todas las protecciones auditivas. • Se elegirá de modo que reduzca la exposición al ruido a un límite admisible. • No debe mermar la percepción del habla, de señales de peligro o de cualquier otro sonido o señal necesarios para el ejercicio correcto de la actividad. • El trabajador tendrá que realizar varios ensayos con distintos modelos para determinar cuál se adapta mejor a las exigencias del entorno y es más cómodo. • Antes de comprarlo, se debería probar en el lugar de trabajo.	

MASCARILLA	Normativa Aplicable: EN 140
Criterios aplicables a los EPI's	• Proceso de Apreciación (existencia de protectores con prestaciones adecuadas a los riesgos que hayan de afrontar) • Elección de los Modelos (elección propiamente dicha)
Criterios de elección	
Factores a tener en cuenta: • Las características de los cinturones para que éstos sean adecuados a la forma del riesgo, basadas en la definición de operaciones a realizar en el puesto de trabajo. • Resistencia a la degradación de los materiales constructivos del cinturón por las condiciones agresivas existentes en la zona de riesgo (ambientes corrosivos, agresión atmosférica, proyección de partículas incandescentes de soldadura, etc.).	
Consideraciones a tener en cuenta: • Buena utilización: el usuario tendrá que tener presente que el EPI's ha sido seleccionado para unas determinadas operaciones realizadas con riesgo de caída de altura, únicamente para esas operaciones de ser utilizado, no en otras. • Tiempo de uso: el tiempo de uso se determina en función de la realización de trabajos u operaciones en altura y la frecuencia de la exposición al riesgo de caída de altura. Se utilizará durante todo el tiempo en el cual persista el riego de caída de altura.	

CINTURÓN DE SEGURIDAD	Normativa Aplicable: NPT 301
Criterios aplicables a los EPI's	• Proceso de Apreciación (existencia de protectores con prestaciones adecuadas a los riesgos que hayan de afrontar) • Elección de los Modelos (elección propiamente dicha)
Criterios de elección	
Factores a tener en cuenta: • Las características de los cinturones para que éstos sean adecuados a la forma del riesgo, basadas en la definición de operaciones a realizar en el puesto de trabajo. • Resistencia a la degradación de los materiales constructivos del cinturón por las condiciones agresivas existentes en la zona de riesgo (ambientes corrosivos, agresión atmosférica, proyección de partículas incandescentes de soldadura, etc.)	
Consideraciones a tener en cuenta: • Buena utilización: el usuario tendrá que tener presente que el EPI's ha sido seleccionado para unas determinadas operaciones realizadas con riesgo de caída de altura, únicamente para esas operaciones de ser utilizado, no en otras. • Tiempo de uso: el tiempo de uso se determina en función de la realización de trabajos u operaciones en altura y la frecuencia de la exposición al riesgo de caída de altura. Se utilizará durante todo el tiempo en el cual persista el riego de caída de altura.	

GUANTES DE SEGURIDAD	Normativa Aplicable: NPT 263
Criterios aplicables a los EPI's	• Proceso de Apreciación (existencia de protectores con prestaciones adecuadas a los riesgos que hayan de afrontar) • Elección de los Modelos (elección propiamente dicha)
Criterios de elección	
La elección de un guante de protección es función de la laboriosidad o minuciosidad de la tarea a realizar y del grado de protección requerido, siendo a su vez el grado de protección inversamente proporcional a la sensibilidad que necesita tener en las manos el trabajador.	
Características necesarias para que el EPI responda a los riesgos	
Factores a tener en cuenta: • Resistencia al rasgado. • Resistencia a la perforación o punzada. • Grado de combustibilidad. • Resistencia al agua. • Resistencia al plegado. • Resistencia al calor y humedad.	
Consideraciones a tener en cuenta para la elección: • Diseño correcto de tamaños, que permitan elegir la talla adecuada en base a la tarea a efectuar. • No presentar rugosidades, bordes de costuras y otras irregularidades que ocasionen molestias excesivas al usuario. • Deberán interferir lo menos posible el trabajo a ejecutar.	

ROPA DE PROTECCIÓN	Normativa Aplicable: EN 340
Criterios aplicables a los EPI's	• Proceso de Apreciación (existencia de protectores con prestaciones adecuadas a los riesgos que hayan de afrontar) • Elección de los Modelos (elección propiamente dicha)
Características necesarias para que el EPI responda a los riesgos	
Factores a tener en cuenta: • Protección del tronco. • Resistencia al rasgado, alargamiento, resistencia al comienzo del rasgado. • Resistencia a la penetración. • Aislamiento contra el frío o el calor, permeabilidad al agua. • Incombustible, resistencia a la llama. • Estanqueidad, aptitud para la descontaminación resistencia. • Estanqueidad y resistencia a las agresiones químicas. • Color vivo, retrorreflexión.	
Consideraciones a tener en cuenta para la elección: • Se buscará una solución de compromiso entre la protección ofrecida y la comodidad y libertad de movimiento. Se debe adquirir en función del tipo y la gravedad de los riesgos, así como de las solicitaciones a que van a estar sometidas, de las indicaciones del fabricante, del rendimiento del equipo y de las necesidades ergonómicas y fisiológicas del usuario.	

CHALECO REFLECTANTE	Normativa Aplicable: EN 471 y R.D. 1407/1992
Criterios aplicables a los EPI's	• Proceso de Apreciación (existencia de protectores con prestaciones adecuadas a los riesgos que hayan de afrontar) • Elección de los Modelos (elección propiamente dicha)
Características necesarias para que el EPI responda a los riesgos	
Factores a tener en cuenta: • Las bandas del material reflectante no deben ser inferiores a 5 centímetros de anchura, debiendo rodear siempre todo el contorno del cuerpo. • En cuanto al color fluorescente, son igualmente válidos tanto el amarillo como el naranja o el rojo. • Siempre se debe exigir al vendedor una etiqueta clara y perfectamente legible que especifique las características de la prenda.	
Consideraciones a tener en cuenta para la elección: • El material fluorescente debe rodear el torso horizontalmente y las posibilidades de diseño para el material reflectante puede ser: • Dos bandas paralelas en horizontal. • Una banda horizontal y dos verticales. • Dos bandas horizontales paralelas y verticales.	

PANTALLA DE SOLDADOR	Normativa Aplicable: NTP 494
Criterios aplicables a los EPI's	• Proceso de Apreciación (existencia de protectores con prestaciones adecuadas a los riesgos que hayan de afrontar) • Elección de los Modelos (elección propiamente dicha)
Características necesarias para que el EPI responda a los riesgos	
Factores a tener en cuenta: • Las pantallas deberán indicar clara e indeleblemente intensidad de la corriente en amperios para la cual está destinada. • Las pantallas f aciales llevarán certificación de calidad para cada tipo de soldadura. • Los filtros y placas deberán reunir una serie de características en función de la intensidad de soldeo.	
Consideraciones a tener en cuenta para la elección: • Manejabilidad de la pantalla. • Comodidad.	

3. Equipos de protección colectiva.

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose obligatoriamente a su término.

Las medidas de protección de zonas o puntos peligrosos serán, entre otras, las siguientes:

3.1 Vallas autónomas de limitación y protección.

- Tendrán como mínimo 90 cm. de altura estando construidas a base de tubos metálicos.
- Estarán dotadas de anclajes laterales para poder unirse entre sí, formando una valla continua y de patas para mantener su verticalidad.

3.2 Cinta de señalización y balizamiento.

- Se instalarán en zonas de caídas de objetos o para señalizar obstáculos.
- La cinta que será plástica con franjas oblicuas alternas de color amarillo y negro, irá sobre soportes de acero corrugado de 16 mm cada 1-2 metros.

3.3 Barandillas.

- Las barandillas protegerán el riesgo de caída superior a 2 metros sobre el terreno, siempre que no se disponga de redes u otras protecciones en los bordes. Deberán tener la suficiente resistencia para garantizar la retención de las personas. Dispondrán de pasamanos, rodapiés y barra intermedia.

3.4 Cubiertas.

- Las arquetas, pozos, huecos, sobre el piso de las estructuras y otras construcciones, de dimensiones reducidas, deberán estar dotados de cubiertas resistentes de chapa o madera, provistos de tacos y otros dispositivos en su cara inferior que impidan su deslizamiento.

3.5 Plataforma de trabajo.

- Tendrán como mínimo 0,60 metros de ancho y las situadas más de 2 metros del suelo estarán dotadas de barandillas de 0,90 metros de altura, dos listones intermedios y rodapié.

3.6 Escaleras de mano.

- Deberán ir provistas de mecanismos antideslizantes en su base. Superarán en 1 metro, los puntos superiores de apoyo, ajustándose en todo caso a la normativa vigente.

3.7 Andamios tubulares metálicos.

- Los andamios deberán llevar un marcaje con las siglas CE.
- El montaje y desmontaje de las estructuras se efectuará por personal especializado (técnico, ingeniero…), atendiendo en todo momento a las especificaciones dadas por el fabricante.
- Antes del montaje se deberá conseguir la perfecta nivelación horizontal de los tramos de andamiada para las plataformas de trabajo sobre los mismos.
- Todas las andamiadas cuyo coeficiente de estabilidad sea superior a 5, deberán arriostrarse a puntos fijos.
- Todas las plataformas de trabajo sobre andamios y andamiadas deberán disponer de plataformas fijas y piso unido de una anchura mínima de 0,60 metros. Estando dotadas de barandillas con pasamanos a una altura de 0,90 metros como mínimo del piso y listón intermedio, para el lado opuesto al frente de trabajo, siempre o que la altura de la plataforma de trabajo supere 2,00 metros el nivel del suelo.
- El acceso a las distintas plataformas de trabajo se realizará mediante las correspondientes escalerillas metálicas interiores diseñadas por el fabricante.
- Aunque el arriostramiento a puntos fijos podrá efectuarse mediante cuerdas de seguridad de diámetro 10 mm, como mínimo es preferible el sistema de uniones rígidas.
- Todos los tramos de la andamiada tubular deberán unirse mediante bridas y diagonales metálicas.

3.8 Interruptores diferenciales y tomas de tierra.

- Los circuitos destinados para fuerza y alumbrado serán independientes, disponiendo en todo caso en su cabeza de interruptores diferenciales de 0,3 A, como máximo para fuerza y 0,03 A de sensibilidad para alumbrado.

3.9 Extintores.

- Deberán estar bien visibles y accesibles. Se instalarán extintores de polvo polivalente ABC de 6 Kg. próximos a los lugares de acopio de sustancias combustibles, en cada máquina o vehículo de obra, en todas las casetas de la obra. Junto a los cuadros eléctricos se ubicará un extintor de CO_2.
- Deberán cumplir con el Reglamento de Equipos a Presión, y serán aprobados según el art. 2 del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.

4. Identificación y señalización.

Según el REAL DECRETO 485/1997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en el trabajo en los puestos de trabajo y la Directiva 92/58/CEE de 24 de junio se define como Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo "una señalización que, referida a un objeto, actividad o situación determinadas, proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual, según proceda".

El Principio General más importante es:

LA VIDA O LA SALUD DE UN SER HUMANO VALE MÁS QUE NADA EN EL MUNDO

Siempre que resulte necesario teniendo en cuenta los criterios del artículo siguiente, el empresario deberá adoptar las medidas precisas para que en los lugares de trabajo exista una señalización de seguridad y salud que cumpla lo establecido en los Anexos I a VII del REAL DECRETO 485/1997.

Se avisará de los riesgos y peligros existentes en la zona de la obra mediante un panel de señales. El panel se colocará en las vallas de seguridad visible en todo momento cada 25 metros.

Las señales de obligado cumplimiento son:

- Prohibido el paso

- Uso obligatorio de casco
- Uso obligatorio de protecciones para la vista
- Uso obligatorio de protecciones para el oído
- Uso de guantes
- Uso de ropa de protección.
- Uso obligatorio de protecciones para las vías respiratorias
- Obligatoriedad de eliminar puntas
- Uso obligatorio de protección individual contra caídas
- Peligro por caída de objetos
- Peligro por trabajos con máquina excavadora

En todas las fases de ejecución de la obra se mantendrá la adecuada identificación y señalización de la obra según las especificaciones municipales y la normativa específica.

5. Obligaciones del promotor.

En las obras incluidas en el ámbito de aplicación del RD 1627/97 que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, cuando en la elaboración del proyecto de obra intervengan varios proyectistas, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

La designación de los coordinadores no exime al promotor de sus responsabilidades.

6. Obligaciones del coordinador de seguridad y salud.

6.1 Coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución.

- El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra debe desarrollar, de acuerdo con el artículo 9 del RD 1627/97, las siguientes funciones:
- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad:

- Tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- Estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del RD 1627/97.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. Conforme a lo dispuesto en el último párrafo del apartado 2 del artículo 7 del RD 1627/97, la dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.
- En el caso de obras de las administraciones públicas, el plan, con el correspondiente informe del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, se elevará para su aprobación a la Administración pública que haya adjudicado la obra, conforme a lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 7 del RD 1627/97.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

7. Dirección facultativa.

El CONTRATISTA será informado de la identidad de las personas que hayan de efectuar el seguimiento de las Obras en curso por cuenta de la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa mantendrá en todo momento en la Obra el Libro de Órdenes y Asistencias, en el que se reseñarán todas las incidencias, órdenes y asistencias que pudieran producirse durante el desarrollo de la misma; también constarán en dicho libro cualesquiera modificaciones, ampliaciones y cambios de materiales que pudieran producirse durante el transcurso de la obra. Asimismo se mantendrá en todo momento en la Obra por parte del Coordinador de Seguridad y bajo su custodia, el Libro de Incidencias.

La Dirección Facultativa tendrá como funciones las de: inspeccionar las obras, dar instrucciones dirigidas a su correcta ejecución según el Proyecto, aprobar finalmente su calidad y autorizar

los pagos al CONTRATISTA. Estas funciones no eximirán bajo ningún concepto al CONTRATISTA de las obligaciones que le sean propias en virtud del presente Estudio. Del mismo modo, las aprobaciones efectuadas por la Dirección Facultativa no eximirán bajo ningún concepto al CONTRATISTA de sus responsabilidades ante vicios ocultos no observados al tiempo de la(s) aprobación(es) de que se trate.

El CONTRATISTA asume expresa y formalmente que las instrucciones de la Dirección Facultativa tengan carácter ejecutivo por lo que deberán por tanto ser cumplidas y observadas en todo momento, sin perjuicio en cualquier caso de las acciones que en su defensa pudiera interponer.

7.1 Libro de órdenes y libro de incidencias.

Se llevará un "Libro de Órdenes " o en su defecto de Actas de Reunión; en cualquier caso, dicho libro, ya sea de Órdenes o de Actas se abrirá al tiempo del Acta de Replanteo y se cerrará al tiempo del Acta de Recepción

La Dirección Facultativa anotará en el Libro de Órdenes y Asistencias o en el de Actas de reunión, según sea el caso, aquellas órdenes, instrucciones y comunicaciones que estime oportunas, autorizándolas con su firma, estando el CONTRATISTA obligado a firmar el correspondiente "enterado" de las mismas.

Con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad, el Coordinador de Seguridad mantendrá en obra el "Libro de Incidencias". A dicho Libro tendrán acceso: la Dirección Facultativa, los contratistas, los subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes.

Además del Libro de Incidencias, el Coordinador de Seguridad podrá realizar las comunicaciones por escrito que considere convenientes, quedando obligado el CONTRATISTA desde este mismo momento a firmar el correspondiente "enterado" de las mismas.

El Libro de Incidencias, que debe mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la Dirección facultativa.

A dicho Libro tienen acceso la Dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes pueden

hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines de control y seguimiento del Plan de seguridad y salud.

Efectuada una anotación en el Libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la Dirección facultativa, están obligados a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deben notificar las anotaciones en el Libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

7.2 Condiciones de índole facultativa.

Los equipos de protección individual cumplirán la normativa vigente; caso de no existir éstos en el mercado, se emplearán los más adecuados bajo el criterio del Servicio de Prevención de la empresa, el Comité de Seguridad y Salud de la empresa o del Delegado de Prevención, con el visto bueno del Coordinador de Seguridad.

El promotor está obligado a que en fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud o estudio básico de seguridad y salud (atendiendo a los supuestos del artículo 4 del R.D. 1627/1997).

8. Obligaciones específicas de contratista y subcontratista.

Los contratistas y subcontratistas, estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el punto b) del artículo 3.4. del presente pliego.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del R.D. 1627/1997, durante la ejecución de la obra.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o en su caso el Director de obra.

Los contratistas y subcontratistas serán los responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud en lo referente a las obligaciones que les corresponden directamente, o en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades del coordinador y del Director de obra no eximirán a los contratistas y subcontratistas.

9. Contratista.

Cada una de las empresas que se consideran contratistas a los efectos del R. D. 1627/97, se obliga a cumplir las directrices contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud, coherente con los sistemas de ejecución que va a emplear.

La Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales establece cuales son obligaciones generales del Contratista.

9.1 Comité de seguridad y salud.

Las funciones que le competen serán las previstas en la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales y la Ley 5472003 de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales, así como las recogidas en su propio Reglamento.

9.2 Delegados de prevención.

Según la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo.

Los Delegados de Prevención serán designados por y entre los representantes del personal, en el ámbito de los órganos de representación previstos en las normas a que se refiere el artículo anterior, con arreglo a la siguiente escala:

Trabajadores:	Delegados de prevención
De 50 a 100 trabajadores	2
De 101 a 500 trabajadores	3

De 501 a 1000 trabajadores	4
De 1001 a 2000 trabajadores	5
De 2001 a 3000 trabajadores	6
De 3001 a 4000 trabajadores	7
De 4001 en adelante	8

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

9.3 Competencias y facultad de los delegados de prevención.

- Colaborar con la dirección de la empresa en la mejora de la acción preventiva.
- Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la ejecución de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
- Ser consultados por el empresario, con carácter previo a su ejecución, acerca de las decisiones acerca de la planificación y organización del trabajo en la empresa.
- Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

9.4 Garantía y sigilo profesional de los delegados de prevención.

De acuerdo con el artículo 37 Ley 31/95:

- Lo previsto en el artículo 68 del Estatuto de los Trabajadores en materia de garantías será de aplicación a los Delegados de Prevención en su condición de representantes de los trabajadores.
- El empresario deberá proporcionar a los Delegados los medios y la formación en materia que resulten necesarios para el ejercicio de sus funciones.

9.5 Personal directivo, técnico y de los mandos intermedios.

El personal directivo, técnico y los mandos intermedios de las empresas intervinientes, tendrán dentro de sus respectivas competencias, las siguientes obligaciones y derechos:

- Cumplir personalmente y hacer cumplir al personal a sus órdenes lo dispuesto en este Estudio de Seguridad y Salud, así como las normas, instrucciones y cuanto específicamente estuvieran establecidas en la Empresa relativas a la Seguridad e Higiene del trabajo.

- Instruir preventivamente al personal de acuerdo a los riesgos inherentes al trabajo que deban realizar, especialmente en los que implique riesgos específicos distintos de los de su ocupación habitual, así como las medidas de seguridad adecuadas que deban observar en la ejecución de los mismos.
- Prohibir o paralizar, en su caso, los trabajos en que se advierta peligro inminente de accidente o de otros siniestros profesionales cuando no sea posible el empleo de los medios adecuados para evitarlos.
- Impedir que mujeres embarazadas y menores se ocupen de trabajos prohibidos a los mismos, así como el de aquellos trabajadores en los que se advierta estados o situaciones de los que pudieran derivarse graves peligros para su vida o salud o la de sus compañeros de trabajo.
- Intervenir con el personal a sus órdenes en la extinción de siniestros que puedan ocasionar víctimas en la empresa y prestar los primeros auxilios que deben serles dispensados.

9.6 Trabajadores.

Corresponde a los trabajadores la obligación de cooperar en la prevención de riesgos profesionales en la Empresa, y el mantenimiento de la máxima higiene en la misma, a cuyos fines deberán cumplir fielmente los preceptos de la Ordenanza y sus instrucciones complementadas, así como las órdenes e instrucciones que a tales efectos les sean dados por sus superiores.

9.7 Recurso preventivo.

Se nombrarán Recursos Preventivos en base a lo establecido en la Ley 54/2003 y el R.D. 604/2006. Todas las empresas contratistas deberán proceder al nombramiento de un Recurso Preventivo.

Las funciones del recurso preventivo incluyen la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en la planificación, así como de la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.

La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será necesaria en los siguientes casos; sin perjuicio en cuanto a normativa interna de Gas Natural Fenosa aplicable:

- Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva

o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.

- Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.
- Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

Se consideran recursos preventivos, a los que el empresario podrá asignar la presencia, los siguientes:

- Uno o varios trabajadores designados de la empresa.
- Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa. Cuando la presencia sea realizada por diferentes recursos preventivos éstos deberán colaborar entre sí.

Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, ***debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.***

No obstante lo señalado en los apartados anteriores, el empresario podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos a que se refiere el apartado 1 y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico. En este supuesto, tales trabajadores deberán mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos del empresario

El nombramiento del Recurso Preventivo estará permanentemente expuesto en el Tablero de Seguridad y Salud.

9.8 Procedimiento de control de acceso a obra.

Durante la ejecución de las obras, las empresas Contratistas, previa su entrada en obra, elaborarán, mantendrán y actualizarán continuamente durante el período de ejecución de la obra, un archivo de documentación a disposición de la Coordinación de seguridad y salud, de la Dirección de Obra, de la empresa Promotora y de la Inspección de Trabajo.

Las empresas contratistas deberá tener en su archivo, la siguiente documentación, tanto de ellas mismas como de sus empresas subcontratadas y trabajadores autónomos, antes y durante la ejecución de los trabajos a realizar en la Obra:

- Plan de Seguridad y Salud en aplicación al Estudio de Seguridad y Salud, en función de su propio sistema de ejecución de la obra (sin la aprobación del mismo se prohíbe el inicio de la obra). Recibí de la entrega de la parte correspondiente a la empresa subcontratista y trabajadores autónomos.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo a la Autoridad Laboral, entregando el Plan de S+S de la empresa.
- Seguro de responsabilidad civil.
- Documentos de altas en la Seguridad Social de los trabajadores.
- Modalidad del Sistema de Gestión de la Prevención adoptado (Concierto con Serv. Prevención, etc.)
- Evaluación de riesgos de los trabajos desarrollados.
- Relación de los reconocimientos médicos realizados.
- Acta de nombramiento del personal de seguridad y salud (Recurso Preventivo).
- Acta de recepción de Epi´s.
- Acta de formación de los trabajadores en materia de S+S.
- Información en materia de prevención de los riesgos laborales en el puesto y la obra a la que acceden.
- Inscripción en el Registro de Empresas Acreditadas en el Sector de la Construcción. Tal y como se indica en el Artículo 3 del Real Decreto 1109/2007, "las empresas que pretendan ser contratadas o subcontratadas para trabajos en una obra de construcción deberán estar inscritas en el Registro de Empresas Acreditadas. A tal efecto, las empresas, con carácter previo al inicio de su intervención en el proceso de subcontratación en el Sector de la Construcción como contratistas o subcontratistas, solicitarán su inscripción en el Registro dependiente de la autoridad laboral competente".
- Libro de Subcontratación. Tal y como se establece en el Artículo 13 del real Decreto 1109/2007, " cada contratista, con carácter previo a la subcontratación con un subcontratista o trabajador autónomo de parte de la obra que tenga contratada, deberá obtener un Libro de Subcontratación habilitado por la autoridad laboral correspondiente al territorio en que se ejecute la obra".

Medios de Coordinación

Independientemente de la existencia de Recursos Preventivos en obra, la empresa Contratista deberá establecer los pertinentes medios de coordinación cuando existan varias empresas

concurrentes en la obra. Entre dichos medios se considerará como adecuado la realización de reuniones periódicas entre dichas empresas concurrentes.

9.9 Procedimiento ante un accidente.

En caso de accidente laboral se actuará de la siguiente manera:

- El accidentado es lo más importante y por tanto se le atenderá inmediatamente para evitar la progresión o empeoramiento de las lesiones.
- En las caídas a diferente nivel se inmovilizará al accidentado.
- En los accidentes eléctricos, se extremará la atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales de reanimación hasta la llegada de la ambulancia.
- Se evitará, siempre que la gravedad del accidentado lo permita según el buen criterio de las personas que le atienden, el traslado con transportes particulares por la incomodidad y riesgo que implica.

Se debe levantar un acta del Accidente con el objetivo de dejar constancia de los posibles accidentes que puedan acaecer en la obra.

El accidente laboral se comunicará a:

a) Accidente leve.
   - Al Coordinador de Seguridad y Salud.
   - A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
   - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

b) Accidente grave.
   - Al Coordinador de Seguridad y Salud.
   - A la Dirección Facultativa para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
   - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

c) Accidente mortal.
   - Al Juzgado de Guardia.
   - Al Coordinador de Seguridad y Salud.
   - A la Dirección Facultativa para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
   - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

9.10 Plan de seguridad y salud.

El Contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud, adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Este plan de Seguridad y Salud deberá contar con la aprobación expresa del Coordinador de Seguridad y salud en ejecución de la obra, a quien se presentará antes de la iniciación de los trabajos.

Una copia del Plan deberá entregarse a las Empresas Subcontratistas.

9.11 Reconocimientos médicos.

Al ingresar en la empresa constructora todo trabajador deberá ser sometido a la práctica de un reconocimiento médico, el cual se repetirá con periodicidad máxima de un año.

9.12 Primeros auxilios: plan de emergencia.

Es necesario prever la existencia de primeros auxilios para atender a los posibles accidentados. Existen 4 principios de actuación de emergencia que deben seguirse cuando se atiende un accidente:

1. Examinar la escena del accidente.
2. Solicitar ayuda del servicio designado para la atención médica.
3. Actuar con calma y tranquilizar al accidentado ganándose su confianza.
4. Evaluar el estado del accidentado.

Se comprobará:

1. Pulso.
2. Vías respiratorias.

Si no respira seguir los siguientes pasos:

- Incline la cabeza y aproxime el oído al pecho de la víctima.
- Observe el pecho y vea si se está moviendo
- Acerque la mejilla al rostro de la víctima para sentir su respiración.
- Si el accidentado tiene una lesión en la columna, está boca abajo, y sospecha que no respira, puede ser necesario moverle para descongestionar las vías respiratorias.

Actuaciones a seguir:

- Actuar rápidamente y con serenidad.
- Apartar con energía a curiosos y personas inútiles.
- No mover innecesariamente al accidentado.
- Localizar la herida.
- Comprobar si hay pulso y respiración.
- No tocar heridas abiertas con los dedos.

- No dar bebidas a accidentados inconscientes.
- Acostar con la cabeza al mismo nivel que el cuerpo a accidentados inconscientes.
- Avisar inmediatamente a los servicios médicos en caso de heridas importantes.

Respiración boca a boca:

Cuando el accidentado no respira, colocarle boca arriba arrodillándose a su lado. Extraer cualquier objeto extraño de la boca. Levantar el cuello con una mano y desplazar su cabeza hacia atrás, cuando se pueda, con la otra, para asegurar el paso de aire en los pulmones. Inspirar profundamente aplicando la boca con firmeza contra la del accidentado tapándole los orificios de la nariz (evitando que escape por ella el aire insuflado).Soplar vigorosamente si se trata de un adulto y suavemente si es un niño. Retirar la boca y observar el movimiento del pecho que debe dilatarse en cada insuflación de aire. Si esto no ocurre, debe desplazarse más la cabeza hacia atrás y aumentar la fuerza de la insuflación. Repetir la insuflación a ritmo de 12 veces por minuto. Si hay también paro cardiaco simultanear el "boca a boca", con el masaje cardiaco externo.

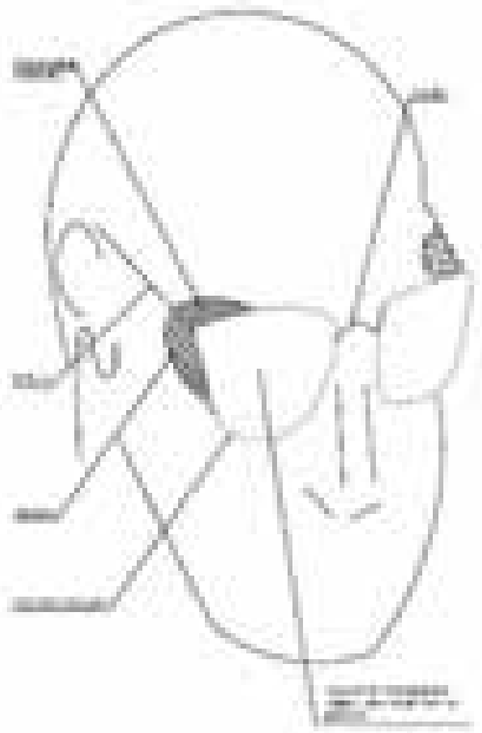
Masaje cardiaco externo:

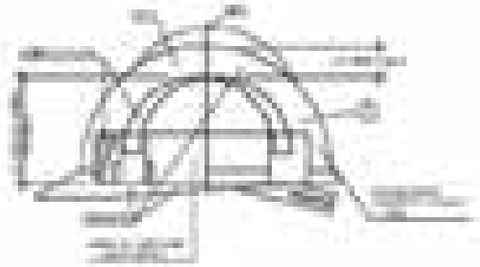
Si el corazón del accidentado deja de latir, tenderle boca arriba sobre una superficie plana y rígida, arrodillándose a su lado. Aplicar el "talón" de la palma de la mano sobre la parte inferior del esternón, colocando el "talón" de la otra sobre la primera. Presionar al ritmo de 60 impulsos por minuto, haciendo bajar el esternón 3 o 4 cm. Alternar en su caso masaje y respiración al ritmo de 12 compresiones del corazón por 2 insuflaciones de los pulmones.

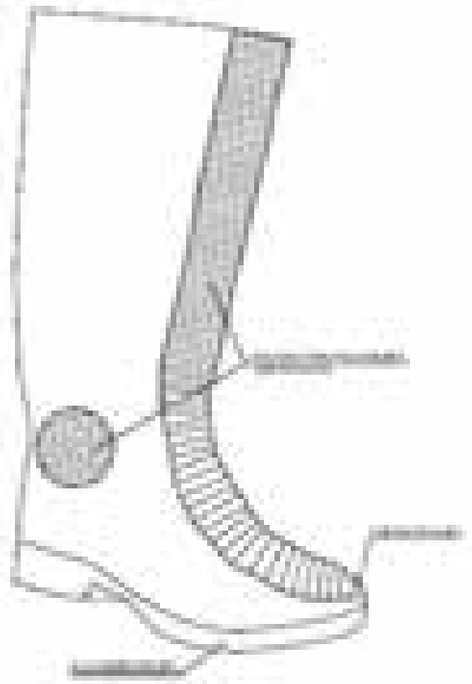
PLANOS

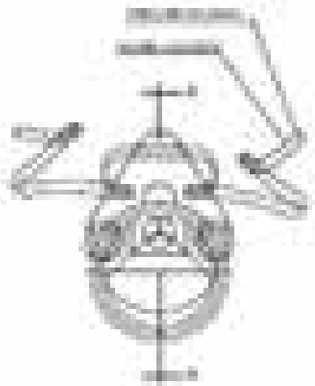
Para complementar el Estudio básico de Seguridad y Salud, se adjuntan a continuación una serie de gráficos correspondientes a los EPIs a emplear por los trabajadores que entren en la obra.

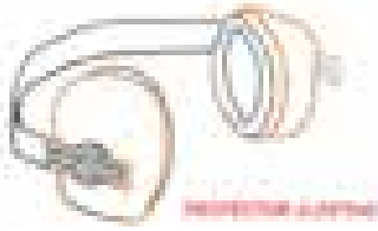
La empresa que resulte adjudicataria del proyecto objeto de este documento, deberá presentar tantos planos como sean necesarios según normativa en materia de seguridad y salud.



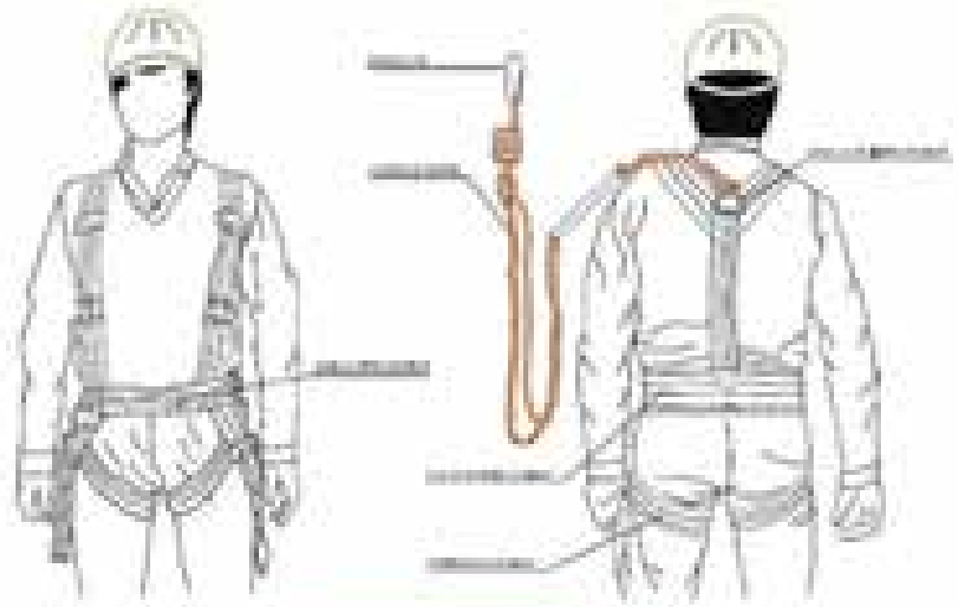


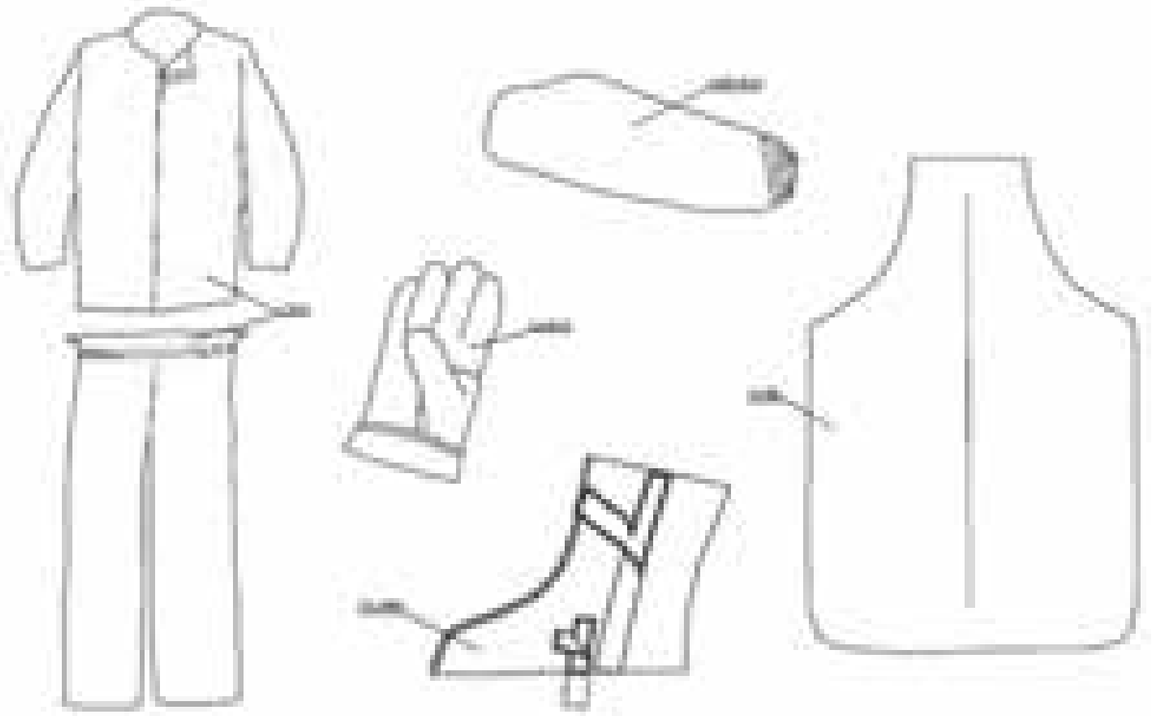


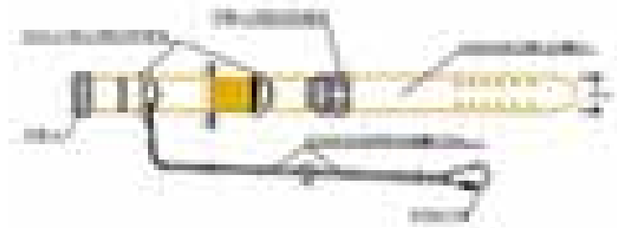


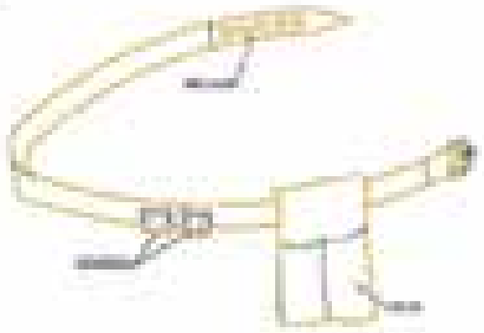


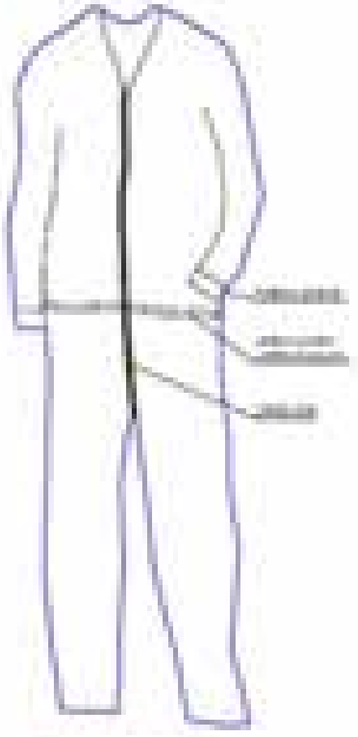
	TÍTULO: DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA INSTALACIONES DE BUNKERING DE GNL EN LA PLANTA DE REGASIFICACIÓN DE SAGUNTO	FECHA: JUNIO 2017	DENOMINACIÓN PLANO: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	PLANO Nº: 1











	Almazár Ingenieros	TÍTULO: DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA INSTALACIONES DE BUNKERING DE GNL EN LA PLANTA DE REGASIFICACIÓN DE SAGUNTO	FECHA: JUNIO 2017	DENOMINACIÓN PLANO: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	PLANO Nº: 2

Madrid, Septiembre de 2017

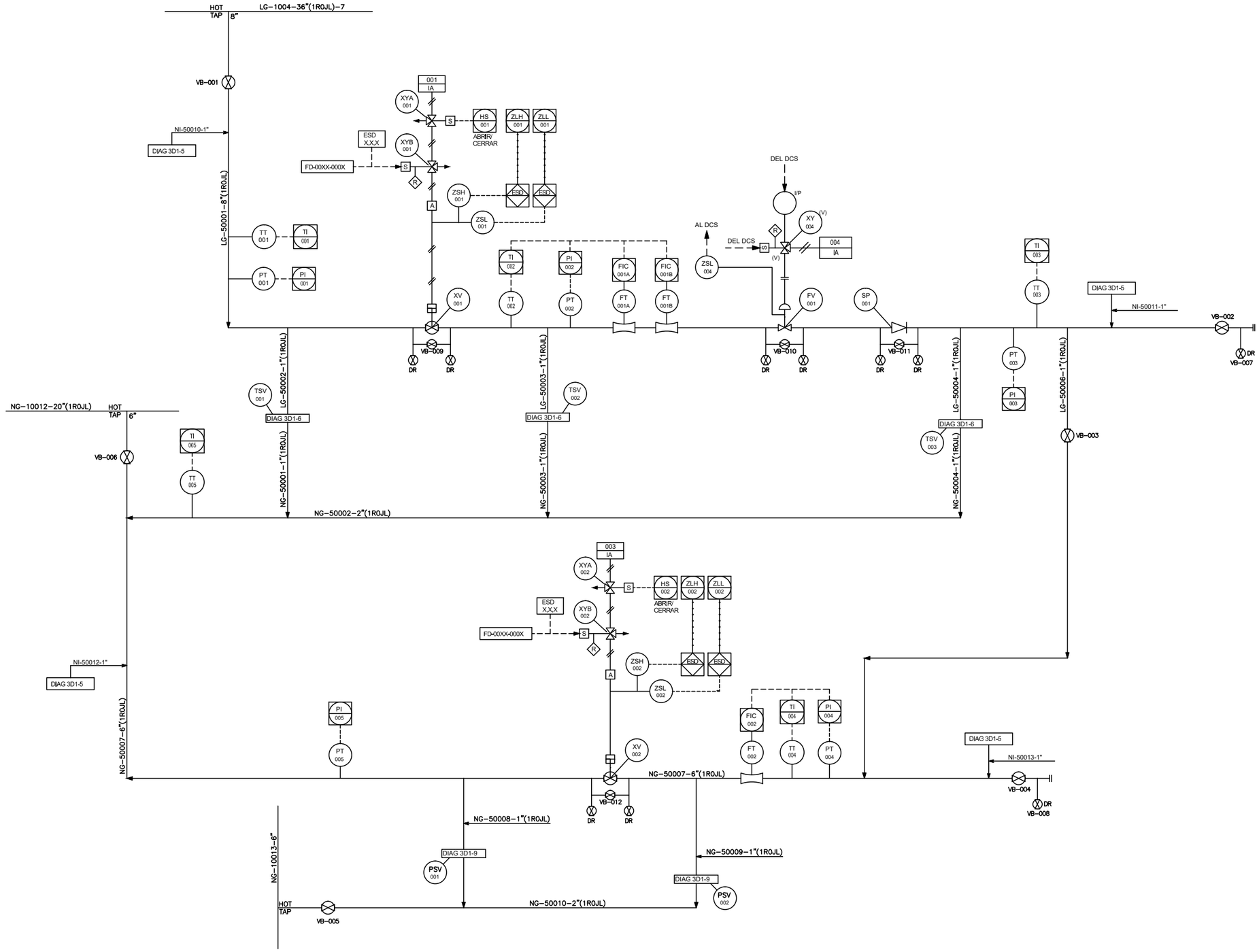
Fdo: José Luis Almazán Gárate
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado Nº 4.656

III. PLANOS

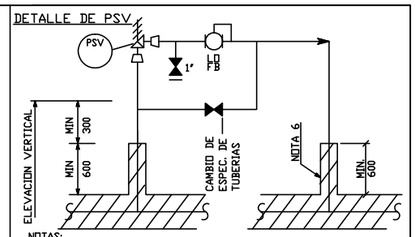
Contenido

En este documento y como parte del "Desarrollo de la ingeniería básica para instalaciones de Bunkering de GNL en la planta de regasificación de Sagunto" se incluyen los planos necesarios para la correcta interpretación y posterior ejecución del mismo.

1. Diagrama de tuberías e instrumentación.
2. Planta de implantación de tuberías.
3. Planos isométricos de tuberías y elementos.
4. Plano de elementos contra incendios.



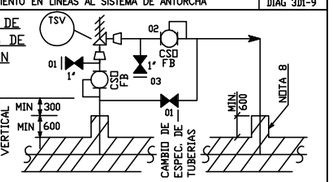
DETALLE DE PSV



NOTAS:
1. TAMAÑO Y ESPECIFICACION DE LAS LINEA DE ENTRADA Y SALIDA SEGUN P&ID.
2. TAMAÑO Y ESPECIFICACION DE LA LINEA DE BYPASS COMO LA LINEA DE ENTRADA.
3. LA CONEXION DE PSV SE REALIZARA EN PUNTO ALTO DE LA TUBERIA DEL EQUIPO E IRA BRIDADA EN LA PARTE ALTA DE ESTA.
4. TIPO DE VALVULA SOLO ILUSTRATIVO, EL TAMAÑO DE LA TUBERIA SE ESPECIFICARA SEGUN TAMAÑO DE VALVULA
5. EN EL CASO DE SER DIFERENTES LOS DIAMETROS DE TUBERIA Y PSV SE SITUARAN REDUCTORES TAL Y COMO SE INDICA.
6. AISLAMIENTO EN LINEAS AL SISTEMA DE BOIL-OFF SIN AISLAMIENTO EN LINEAS AL SISTEMA DE ANTORCHA

DIAG 3D1-9

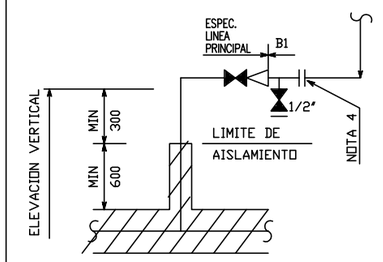
DETALLE DE VALVULA DE EXPANSION TERMICA



NOTAS:
1. TAMAÑO Y ESPECIFICACION DE LAS LINEA DE ENTRADA Y SALIDA SEGUN P&ID.
2. TAMAÑO Y ESPECIFICACION DE LA LINEA DE BYPASS COMO LA LINEA DE ENTRADA.
3. LA CONEXION DE TSV SE REALIZARA EN LA PARTE ALTA DE LA TUBERIA.
4. LA CONEXION DE TSV SE REALIZARA PROXIMA A LA VALVULA DE CORTE DE LA LINEA PRINCIPAL Y EN EL LADO CONTRARIO A LA CONEXION DE PURGA.
5. LA VALVULA TSV DE 900 LB Y SE PROVEERAN CON DOBLE VALVULA DE CORTE.
6. TIPO DE VALVULA SOLO ILUSTRATIVO, EL TAMANO DE LA TUBERIA SE ESPECIFICARA SEGUN TAMANO DE VALVULA
7. EN EL CASO DE SER DIFERENTES LOS DIAMETROS DE TUBERIA Y PSV SE SITUARAN REDUCTORES TAL Y COMO SE INDICA.
8. AISLAMIENTO EN LINEAS AL SISTEMA DE BOIL-OFF SIN AISLAMIENTO EN LINEAS AL SISTEMA DE ANTORCHA

DIAG 3D1-6

DETALLE DE PURGA DE N2



NOTAS:
1. CONEXION DE PURGA A REALIZAR EN LA PARTE ALTA DE LA LINEA Y QUE ASCIENDE VERTICALMENTE CON LAS DISTANCIAS MINIMAS MOSTRADAS.
2. LA CONEXION DE N 2 DE PURGA SE REALIZARA PROXIMA A LA VALVULA DE CORTE DE LA LINEA PRINCIPAL Y EN EL LADO OPUESTO DE LA PSV O LA CONEXION DE VENTEO (CUANDO SEA APLICABLE
3. ESPECIFICACION DE LA LINEA DE PURGA COMO LINEA PRINCIPAL.
4. SE MONTARAN BRIDA Y BRIDA CIEGA CUANDO SE INDIQUE EN DIAGRAMAS

DIAG 3D1-5

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REALIZADO	COMPROB.	APROB. DISCIPL.	APROB. PROYECTO
4	12-07-17	REVISIÓN ALMAZÁN	D. MARTÍN	O. PORTEL		JLAG
3	03-07-17	REVISIÓN ALMAZÁN	D. MARTÍN	O. PORTEL		JLAG
2	29-06-17	REVISIÓN ALMAZÁN	D. MARTÍN	O. PORTEL		JLAG
1	26-06-17	REVISIÓN ALMAZÁN	D. MARTÍN	O. PORTEL		JLAG
0	29-05-17	EMISION PARA DISEÑO	C. SUÑER	O. PORTEL		JLAG

INGENIERIA:

DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA LAS INSTALACIONES DE BUNKERING DE GNL EN LA PLANTA DE REGASIFICACIÓN DE SAGUNTO

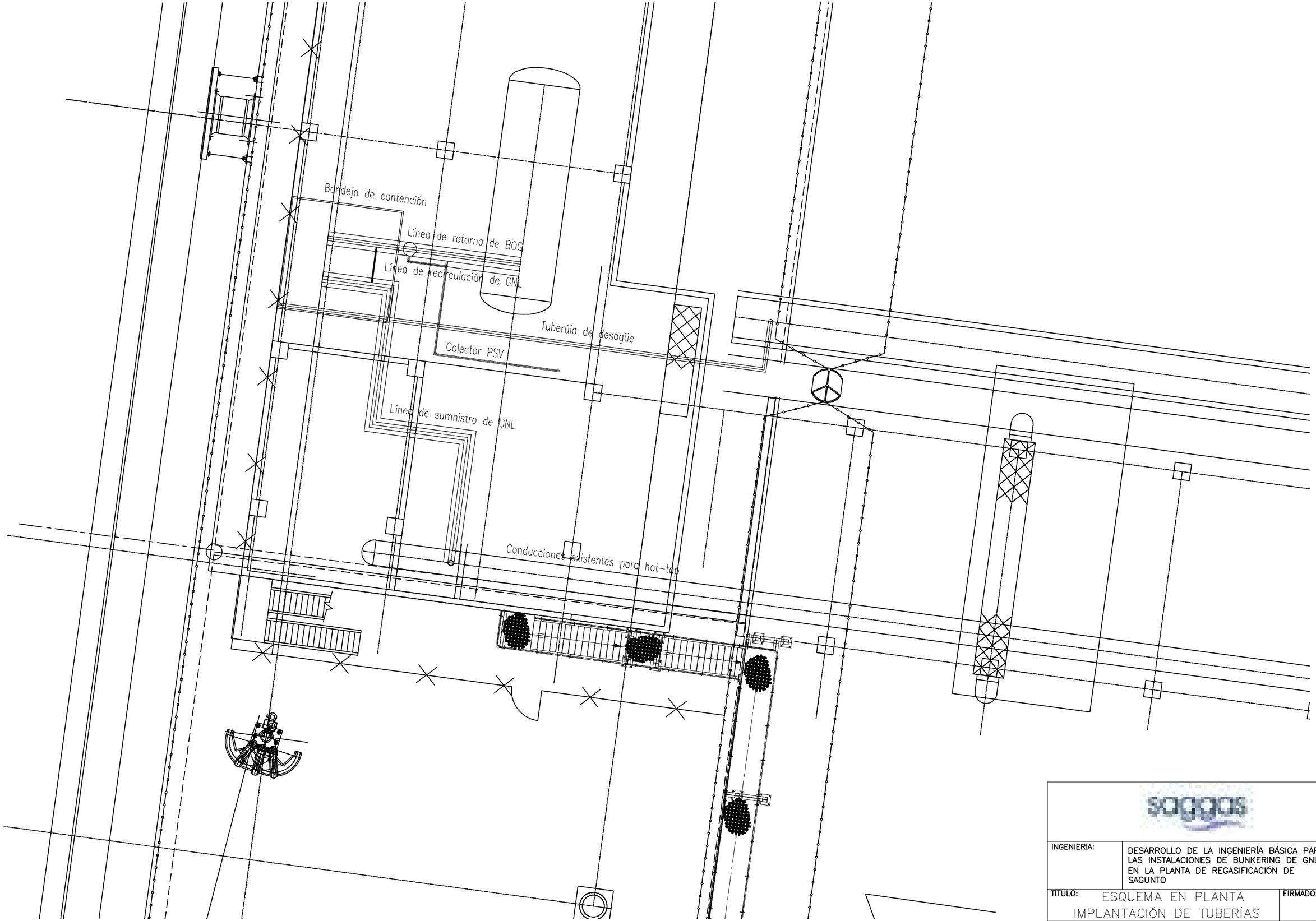
TÍTULO: DIAGRAMA P&ID

FIRMADO:

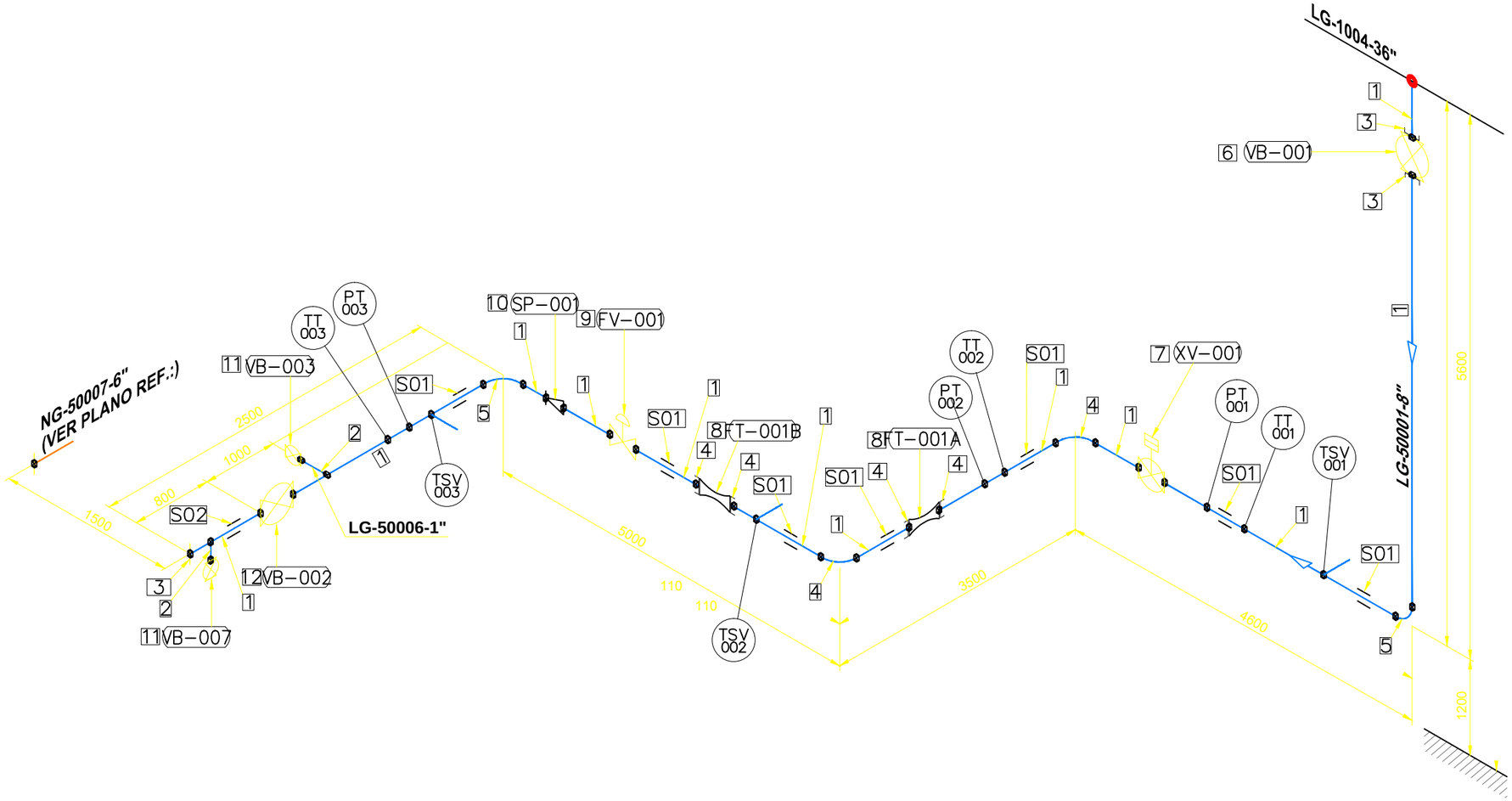
ESCALA

PLANO Nº: SAGGAS-PR-P&I-001-4

REVISION: 4



INGENIERIA:	DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA LAS INSTALACIONES DE BUNKERING DE GNL EN LA PLANTA DE REGASIFICACIÓN DE SAGUNTO
TITULO: ESQUEMA EN PLANTA IMPLANTACIÓN DE TUBERÍAS	FIRMADO:
ESCALA 1:50	PLANO N SAGGAS-SR-002-01
	REVISION 1



LISTA DE MATERIALES – BILL OF MATERIAL

POS	Descripcion – Descripcion	DN" – SIZE (INS)	Codigo	CANT. QTY
1	PIPE ASTM A312 TP304L SMLS Sch.10S	8		21.2 M
2	PIPE ASTM A312 TP304L SMLS Sch.40S	1		1 M
3	FLANGE BW CLASE 150 LB ASTM ASME B16.5	8		3
4	FLANGE BW CLASE 300 LB ASTM ASME B16.5	8		4
5	BW 90 LR ELBOW ASTM A403 Gr.wp304 SMLS Sch.10S	8		4

MATERIALES DE MONTAJE – ERECTION MATERIALS

POS	Descripcion – Descripcion	DN" – SIZE (INS)	Codigo	CANT. QTY
6	VALVULA BOLA CRIOGENICA EMBRIDADA	8		1
7	VALVULA BOLA CRIOGENICA +ACT. NC	8		1
8	CAUDALIMETRO MASICO	8		2
9	VALVULA BOLA CRIOGENICA + ACT REG.	8		1
10	VALVULA ANTIRETORNO CRIOGENICA	8		1
11	VALVULA BOLA CRIOGENICA	1		2
12	VALVULA BOLA CRIOGENICA BW	8		1
	SOPORTES			
01	SOPORTE GUC3	8		7
02	SOPORTE GUC4	8		1

NOTA: Ismoétrico con medidas orientativas

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REALIZADO	COMPROB.	APROB. DISCIPL.	APROB. PROYECTO
0	27-7-17	DIBUJO DE PARTIDA	D. MARTÍN	O. PORTEL		JLAG

INGENIERIA:

DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA LAS INSTALACIONES DE BUNKERING DE GNL EN LA PLANTA DE REGASIFICACIÓN DE SAGUNTO

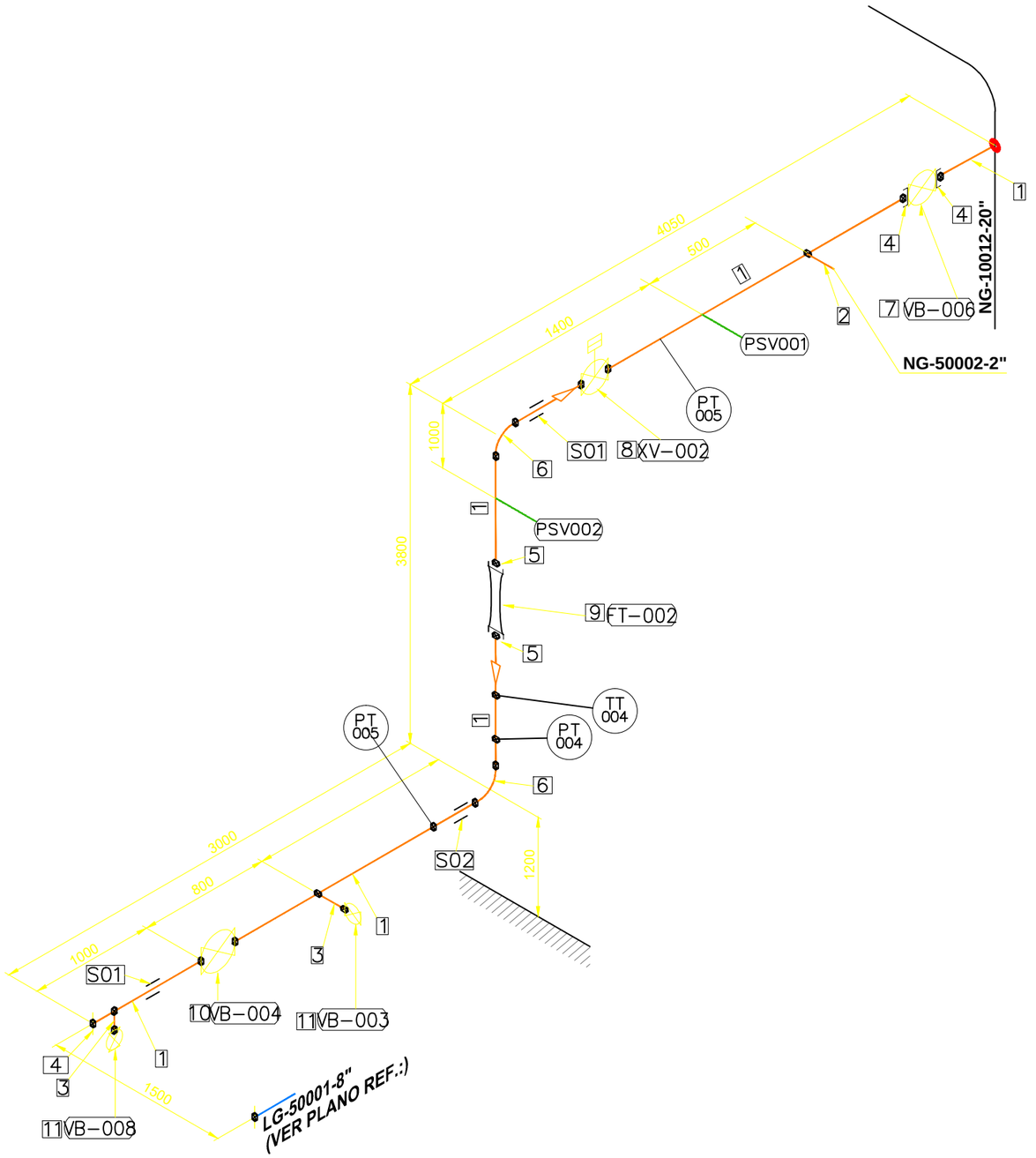
TÍTULO: LÍNEA LG-50001-8"

FIRMADO:

ESCALA

PLANO Nº SAGGAS-PR-ISO-001-0

REVISION



LISTA DE MATERIALES – BILL OF MATERIAL

POS	Descripcion – Descripcion	DN" – SIZE (INS)	Codigo	CANT. QTY
1	PIPE ASTM A312 TP304L SMLS Sch.10S	6		10.8 M
2	PIPE ASTM A312 TP304L SMLS Sch.40S	2		1 M
3	PIPE ASTM A312 TP304L SMLS Sch.40S	1		1 M
4	FLANGE BW CLASE 150 LB ASTM ASME B16.5	6		3
5	FLANGE BW CLASE 300 LB ASTM ASME B16.5	6		2
6	BW 90 LR ELBOW ASTM A403 Gr.wp304 SMLS Sch.10S	6		2

MATERIALES DE MONTAJE – ERECTION MATERIALS

POS	Descripcion – Descripcion	DN" – SIZE (INS)	Codigo	CANT. QTY
7	VALVULA BOLA CRIOGENICA EMBRIDADA	6		1
8	VALVULA BOLA CRIO+ACT. NC BW	6		1
9	CAUDALIMETRO MÁSICO	6		1
10	VALVULA BOLA CRIOGENICA BW	6		1
11	VALVULA BOLA CRIOGENICA BW	1		2

SOPORTES

01	SOPORTE GUC4	6	2
02	SOPORTE GUC 3	6	1

NOTA: Ismoétrico con medidas orientativas

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REALIZADO	COMPROB.	APROB. DISCIPL.	APROB. PROYECTO
0	27-7-17	DIBUJO DE PARTIDA	D. MARTÍN	O. PORTEL		JLAG

INGENIERIA:

DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA LAS INSTALACIONES DE BUNKERING DE GNL EN LA PLANTA DE REGASIFICACIÓN DE SAGUNTO

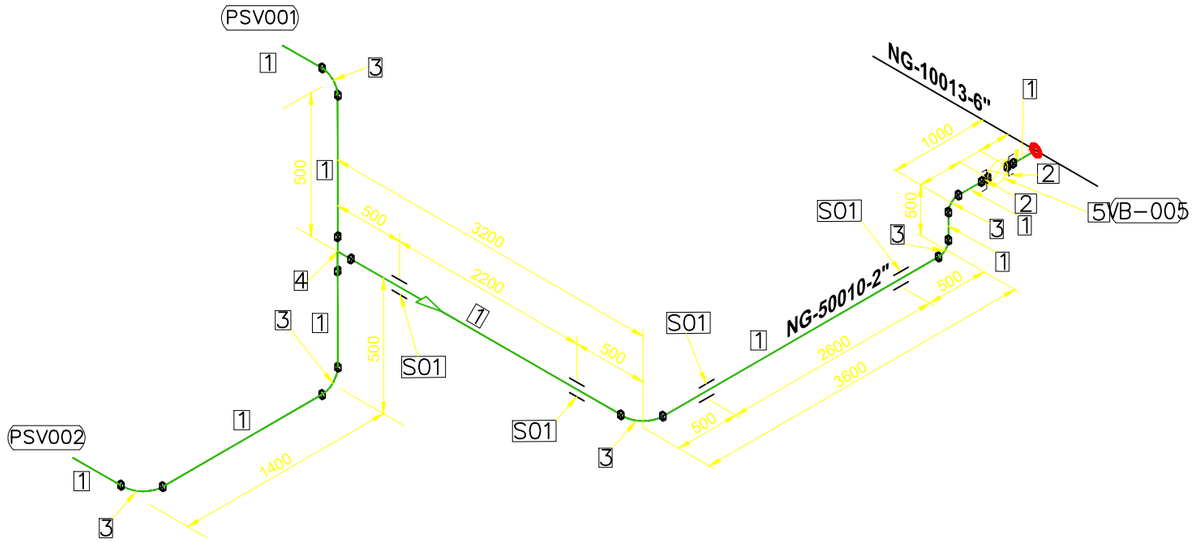
TÍTULO: LÍNEA NG–50007–6"

FIRMADO:

ESCALA

PLANO Nº SAGGAS–PR–ISO–002–0

REVISION



LISTA DE MATERIALES – BILL OF MATERIAL

POS	Descripcion – Descripcion	DN" – SIZE (INS)	Codigo	CANT. QTY
1	PIPE ASTM A312 TP304L SMLS Sch.40S	2		11 M
2	FLANGE BW CLASE 150 LB ASTM ASME B16.5	2		2
3	BW 90 LR ELBOW ASTM A403 Gr.wp304 SMLS Sch.40S	2		6
4	BW TEE ASTM A403 Gr.WP304 SMLS Sch.40S	2 x 2		1

MATERIALES DE MONTAJE – ERECTION MATERIALS

POS	Descripcion – Descripcion	DN" – SIZE (INS)	Codigo	CANT. QTY
5	VALVULA BOLA CRIOGENICA EMBRIDADA	2		1

SOPORTES

01	SOPORTE ME1	2		4

NOTA: Ismoétrico con medidas orientativas

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REALIZADO	COMPROB.	APROB. DISCIPL.	APROB. PROYECTO
0	27-7-17	DIBUJO DE PARTIDA	D. MARTÍN	O. PORTEL		JLAG

INGENIERIA:

DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA LAS INSTALACIONES DE BUNKERING DE GNL EN LA PLANTA DE REGASIFICACIÓN DE SAGUNTO

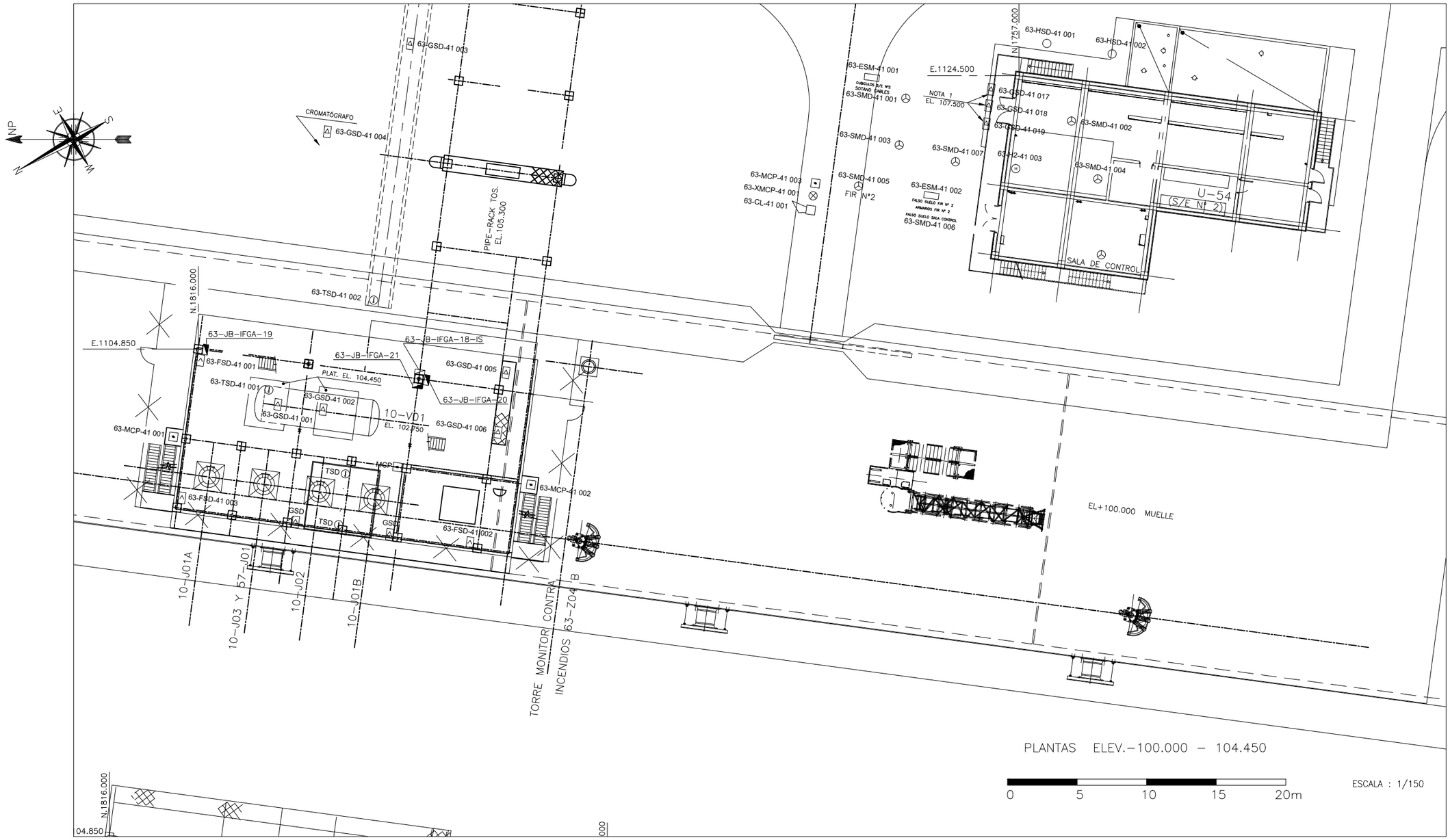
TÍTULO:
LÍNEA NG-50007-6"

FIRMADO:

ESCALA

PLANO Nº
SAGGAS-PR-ISO-002-0

REVISION



PLANTAS ELEV.−100.000 − 104.450

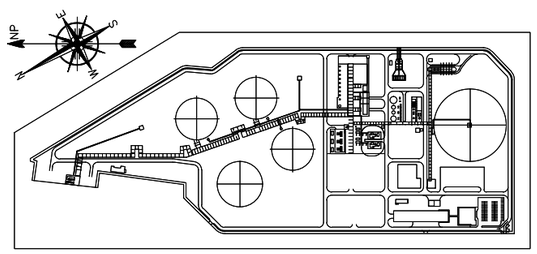
0 5 10 15 20m

ESCALA : 1/150

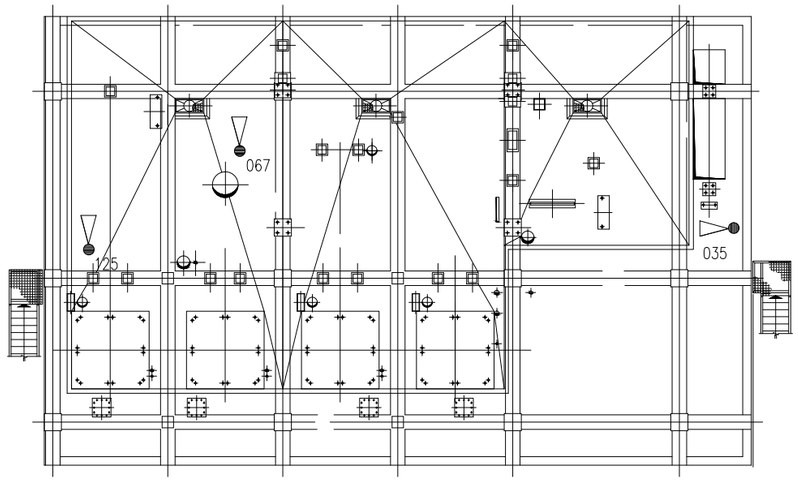
SIMBOLOGIA

	DETECTOR DE LLAMA		CAJA DERIVACION S. ELECTRONICA 4−20mA S.I.
	DETECTOR DE GASES		CAJA DERIVACION S. ELECTRONICA 4−20mA N.S.I.
	DETECTOR IÓNICO DE HUMOS INTERNOS		CAJA DERIVACION S. ELECTRICA CONTACT. N.S.I.
	DETECTOR IÓNICO DE HUMOS EXTERNOS		
	DETECTOR DE TEMPERATURA		NUEVO DETECTOR DE GASES (x2)
	DETECTOR DE CALENTAMIENTO		NUEVO DETECTOR DE TEMPERATURA (x2)
	DETECTOR VESDA		NUEVO PULSADOR DE ALARMA (x1)
	SIRENA		
	PULSADOR DE ALARMA		
	ALARMA LUMINOSA		
H	DETECTOR DE HIDRÓGENO		
H	DETECTOR DE HEXAFLORURO		

PLANTA CLAVE

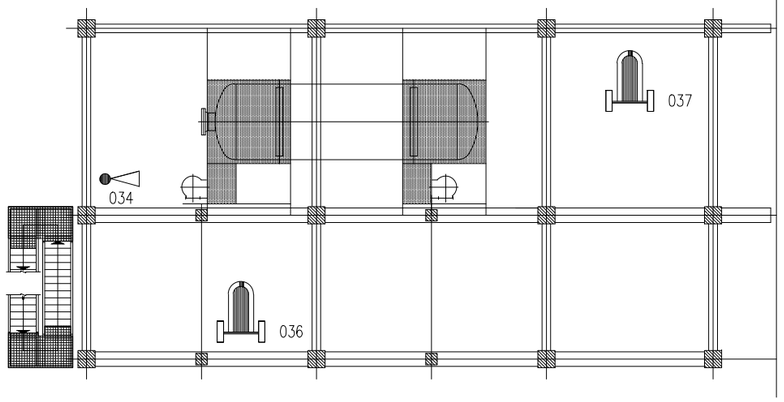


INGENIERIA: [redacted]	DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA LAS INSTALACIONES DE BUNKERING DE GNL EN LA PLANTA DE REGASIFICACIÓN DE SAGUNTO	
TITULO: EQUIPAMIENTOS F&G		FIRMADO:
ESCALA: 1: 400	PLANO N: SAGGAS−EQ−F&G−001−1	REVISION: 1

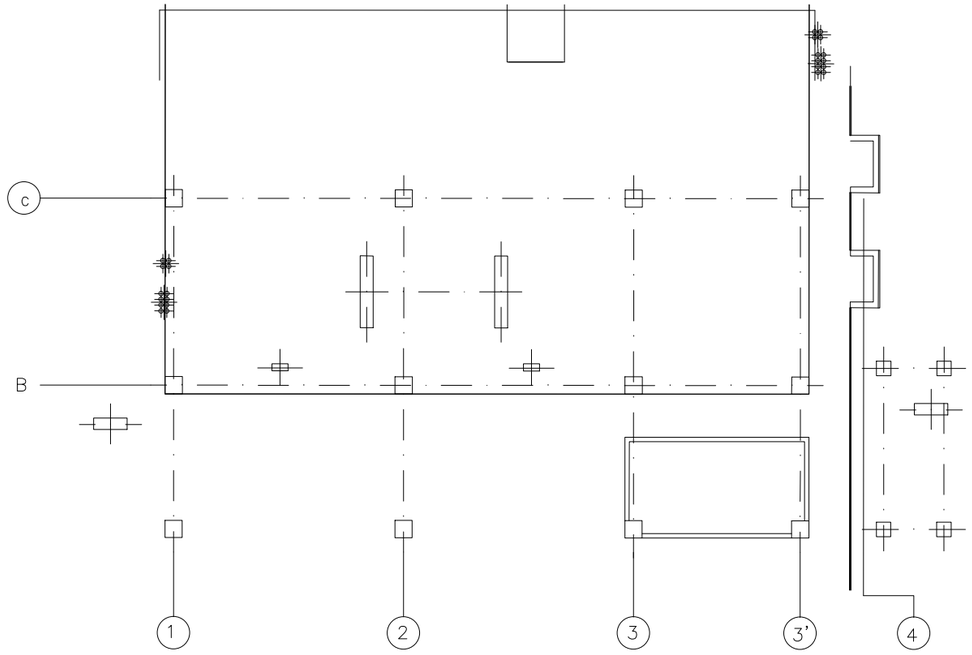


PLATAFORMA SUPERIOR CONTROL BRAZOS

PLANTA EL.110,000

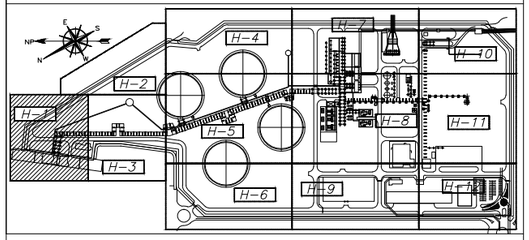


PLANTA EL.105,300



0 2 4 6 8 10 12m

PLANTA CLAVE



NOTAS

-ALTURA MÁXIMA DE LA PARTE SUPERIOR DEL EXTINTOR NO PUEDE SUPERAR LOS 1,70M

LEYENDA

EXTINTOR PORTÁTIL POLIVALENTE ABC DE 6 KG
4 Uds.

CARRO DE POLVO POLIVALENTE ABC DE 50 KG
1 Uds.

INGENIERIA:

DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA LAS INSTALACIONES DE BUNKERING DE GNL EN LA PLANTA DE REGASIFICACIÓN DE SAGUNTO

TÍTULO: EQUIPAMIENTOS F&G

FIRMADO:

ESCALA 1:100

PLANO N SAGGAS-EQ-F&G-002-1

REVISION 1

IV. PLIEGO DE PRESCIPCIONES TÉCNICAS

Contenido

1. OBJETO. 5

2. CONDICIONES GENERALES. 6

2.1 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES. 6

2.1.1 Replanteo y comienzo de la obra. 6

2.1.2 Facilidades para otros Contratistas. 6

2.1.3 Orden de los trabajos. 6

2.1.4 Ampliación del Proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor. 7

2.1.5 Prórroga por causa de fuerza mayor. 7

2.1.6 Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra. 7

2.1.7 Obras ocultas. 7

2.1.8 De los materiales y de los aparatos. Su procedencia. 7

2.1.9 Presentación de muestras. 7

2.1.10 Calidad. 8

2.1.11 Obras sin prescripciones. 9

2.2 OBLIGACIONES GENERALES DEL CONTRATISTA. 9

2.3 NORMAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN. 12

2.3.1 Generales. 12

2.3.2 Obra civil y edificación. 13

2.3.3 Instalación Eléctrica. 13

2.3.4 Normas específicas de GNL y GNC. 13

2.3.5 Normativa municipal. 13

3. CONDICIONES PARTICULARES. 14

3.1 TUBERÍAS. 14

3.2 VÁLVULAS. 15

3.2.1 Válvulas neumáticas de control. 16

3.3 HOT-TAP. 17

3.4 AISLAMIENTO TÉRMICO. 19

3.5 INSTRUMENTOS DE PRESIÓN. 21

3.6 INSTRUMENTOS DE TEMPERATURA. 21

3.7 CAUDALÍMETRO. 22

3.8 CONEXIONES A PROCESO DE LOS INSTRUMENTOS. 22

3.9 CONEXIONES NEUMÁTICAS Y RED DE AIRE DE INSTRUMENTOS. 22

3.10 CABLEADO. 23

3.11 ALIMENTACIONES ELÉCTRICAS. 24

3.12 SOPORTES. 24

1. OBJETO.

El presente Pliego de Prescripciones forma parte de la documentación de Proyecto que regirá para la realización de las obras a las que se refiere el mismo.

El presente documento incluye tanto el Pliego de Prescripciones Generales como el Pliego de Prescripciones Particulares.

El Pliego de Prescripciones Generales y el Pliego de Prescripciones Particulares, como parte del proyecto tienen por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus Técnicos y encargados, al Ingeniero o Dirección Facultativa, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de la obra.

2. CONDICIONES GENERALES.

2.1 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Las Prescripciones Generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares que se indican a continuación, tienen carácter supletorio a las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

2.1.1 Replanteo y comienzo de la obra.

SAGGAS emitirá al adjudicatario, con suficiente antelación, el documento de pedido en el que se indicará la fecha de comienzo de la obra y el plazo de ejecución, así como copia de los permisos administrativos que permitan el comienzo de los trabajos.

Previo al inicio de la obra, se celebrará una reunión monográfica de Seguridad, entre la Unidad Gestora del Proyecto, la Dirección Facultativa (en adelante D. F.) y los Contratistas. Se levantará acta firmada por los asistentes.

En el plazo que se determine antes de la fecha indicada en el pedido para el comienzo de la Obra, se reunirán el Director Facultativo, el responsable del Contratista para la ejecución de la obra y el Coordinador de Seguridad de la misma y firmarán el acta de replanteo de la obra de construcción.

Bajo ningún concepto el Contratista podrá empezar la obra antes de que se haya firmado el Acta de Replanteo por parte de la D. F.

2.1.2 Facilidades para otros Contratistas.

De acuerdo con lo que requiera la D. F., el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la D. F.

2.1.3 Orden de los trabajos.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la D. F.

En cualquier caso deberá tenerse en cuenta que la obra deberá desarrollarse interfiriendo lo mínimo en la operativa habitual de la planta, por lo que se deberá establecer un calendario coordinado con los responsables de operaciones de SAGGAS.

2.1.4 Ampliación del Proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.

Cuando sea preciso por motivo o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por la D. F. en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

2.1.5 Prórroga por causa de fuerza mayor.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable de la D. F. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido a la D. F., la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga por dicha causa solícita.

2.1.6 Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la D. F., excepto que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen facilitado.

2.1.7 Obras ocultas.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación de los trabajos, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose uno a la Propiedad, otro a la D. F. y el tercero al Contratista, firmados todos ellos por los tres.

2.1.8 De los materiales y de los aparatos. Su procedencia.

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que se preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar a la D. F. una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.1.9 Presentación de muestras.

A petición de la D. F., el contratista le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

2.1.10 Calidad.

El Contratista es responsable de realizar los controles, ensayos, inspecciones y pruebas requeridos en el Proyecto de Construcción, legislación aplicable y cualquier otro requerimiento que asegure la calidad de la Obra, a juicio de SAGGAS.

El Contratista asegurará la adecuada gestión de la documentación relativa a la calidad de la Obra de forma que se consiga una evidencia final documentada de la calidad de los equipos y materiales y de la ejecución de los trabajos y montajes.

El contratista presentará, en los 15 días posteriores a la adjudicación, un Plan de Control de Calidad. Dicho Plan de Control deberá ser aprobado por SAGGAS, formando parte de la documentación de Obra.

Las actividades que deberán definirse y describirse en el Plan de Control de Calidad serán, con carácter enunciativo y no limitativo, las siguientes:

- Fabricación - Construcción.
- Recepción y almacenamiento de materiales.
- Montajes e instalaciones.
- Acabados.

El plan de Control de Calidad incluirá, como mínimo, la descripción de los siguientes conceptos, cuando sean aplicables, además de lo establecido en el *Anejo Nº8: Control de Calidad* del presente Proyecto:

- Descripción y objeto del Plan.
- Códigos y normas aplicables.
- Materiales a utilizar.
- Planos de fabricación o construcción.
- Procedimientos de fabricación, montaje y construcción.
- Procedimientos de inspección, ensayo y pruebas.
- Proveedores y Subcontratistas.
- Documentación a generar referente a la fabricación, construcción, inspección, ensayo y pruebas.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata. El ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

2.1.11 Obras sin prescripciones.

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la D. F. de las obras, y en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

2.2 Obligaciones generales del contratista.

- El Contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de seguridad social, y de seguridad y salud en el trabajo.
- El Contratista deberá constituir el órgano necesario con función específica de velar por el cumplimiento de las disposiciones vigentes sobre seguridad y salud en el trabajo y designará el personal técnico de seguridad que asuma las obligaciones correspondientes en cada centro de trabajo.
- En cualquier momento, el Director de las Obras podrá exigir del Contratista la justificación de que se encuentra en regla en el cumplimiento de lo que concierne a la aplicación de la legislación laboral y de la seguridad social de los trabajadores ocupados en la ejecución de las obras objeto del contrato.
- El Contratista es responsable del orden, limpieza y condiciones sanitarias de las obras objeto del contrato, por lo que deberá adoptar, a su cargo y bajo su responsabilidad, las medidas que le sean señaladas por las autoridades competentes, por los reglamentos vigentes y por la D. F.
- A este respecto, es obligación del Contratista:

  a) Limpiar todos los espacios interiores de la obra y los exteriores anejos a la misma de escombros, materiales sobrantes, restos de materiales, desperdicios, basuras, chatarra, andamios y de todo aquello que impida el perfecto estado de la obra y sus inmediaciones.
  b) Proyectar, construir, equipar, operar, mantener, desmontar y retirar de la zona de la obra las instalaciones necesarias para la recogida, tratamiento y evacuación de las aguas residuales de sus oficinas e instalaciones, así como para el drenaje de las áreas donde estén ubicadas y de las vías de acceso.
  c) En caso de heladas o de nevadas, adoptar las medidas necesarias para asegurar el tránsito de vehículos y peatones en las carreteras, caminos, sendas, plataformas, andamios y demás accesos y lugares de trabajo, que no hayan sido cerrados eventualmente en dichos casos.

d) Retirar de la obra las instalaciones provisionales, equipos y medios auxiliares en el momento en que no sean necesarios.
e) Adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos necesarios para que la obra, durante su ejecución y, sobre todo, una vez terminada, ofrezca un buen aspecto, a juicio de la Dirección.
f) Establecer y mantener las medidas precisas, por medio de agentes y señales, para indicar el acceso a la obra y ordenar el tráfico en la zona de obras, especialmente en los puntos de posible peligro, tanto en dicha zona como en sus lindes e inmediaciones.
g) Llevar a cabo la señalización en estricto cumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia, bajo su propia responsabilidad, y sin perjuicio de lo que sobre el particular ordene el Director de las Obras.
h) Cuando dicha señalización se aplique sobre instalaciones dependientes de otros organismos públicos, el Contratista estará además obligado a lo que sobre el particular establezcan las Normas del organismo público al que se encuentre afecta la instalación, siendo de cuenta del Contratista, además de los gastos de señalización, los del organismo citado en ejercicio de las facultades inspectoras que sean de su competencia.

- Serán reglamentadas y controladas por la D.F. y de obligado cumplimiento por el Contratista y su personal, las disposiciones de orden interno, tales como el establecimiento de áreas de restricción, condiciones de entrada al recinto, precauciones de seguridad y cualquier otra de interés para el Promotor (SAGGAS).

- Constituye obligación del Contratista el proyecto, la construcción, conservación y explotación, desmontaje, demolición y retirada de obra de todas las instalaciones auxiliares de obra y de las obras auxiliares, necesarias para la ejecución de las obras definitivas.

- El Contratista, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en lugar adecuado, los materiales que no sean utilizables en la obra. Se retirarán de ésta o se llevarán a vertedero.

- El Contratista está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la D.F. disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier otra obra de carácter urgente.

- Los materiales que hayan de constituir parte integrante de las unidades de la obra definitiva, los que el Contratista emplee en los medios auxiliares para su ejecución, así como los materiales de aquellas instalaciones y obras auxiliares que total o parcialmente hayan de formar parte de las obras objeto del contrato, tanto provisionales como definitivas, deberán cumplir las especificaciones establecidas en este Pliego.

- La D. F. definirá, en conformidad con la normativa vigente, las características de aquellos materiales para los que no figuren especificaciones concretas en el Pliego o en el PPTP, de forma que puedan satisfacer las condiciones de funcionalidad y de calidad de la obra a ejecutar establecidas en el contrato.

- Si durante las excavaciones de las obras se encontraran materiales que pudieran emplearse con ventaja técnica o económica sobre los previstos, la D.F. podrá autorizar el cambio de procedencia.

- Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en las condiciones particulares de este Pliego, o no tuvieran la preparación en ellos exigida, o cuando a falta de prescripciones formales en los pliegos se reconociera o demostrara que no fueran adecuados para su objeto, la D.F. dará orden al Contratista para que éste, a su costa, los reemplace por otros que cumplan las prescripciones o que sean idóneos para el objeto a que se destinen.

- Los materiales rechazados, y los que habiendo sido inicialmente aceptados han sufrido deterioro posteriormente, deberán ser inmediatamente retirados de la obra por cuenta del Contratista.

- La ejecución de todos los trabajos y unidades de obra deberán someterse a un procedimiento de control que garantice la calidad de los mismos de acuerdo a las especificaciones fijadas por el Proyecto y por la D. F. Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue la D. F. al Constructor.

- Hasta que tenga lugar la recepción de la obra, el Contratista responderá de la obra contratada y de las faltas que en ella hubiere, sin que sea eximente ni le dé derecho alguno la circunstancia de que la Dirección haya examinado o reconocido, durante su construcción, las partes y unidades de la obra o los materiales empleados, ni que hayan sido incluidos éstos y aquéllas en las mediciones y certificaciones parciales.

- Si se advierten vicios o defectos en la construcción o se tienen razones fundadas para creer que existen ocultos en la obra ejecutada, la Dirección ordenará, durante el curso de la ejecución y siempre antes de la Recepción Definitiva, la demolición y reconstrucción de las unidades de obra en que se den aquellas circunstancias o las acciones precisas para comprobar la existencia de tales defectos ocultos.

- Si la Dirección ordena la demolición y reconstrucción por advertir vicios o defectos patentes en la construcción, los gastos de esas operaciones serán de cuenta del Contratista.

- Si la Dirección estima que las unidades de obra defectuosas y que no cumplen estrictamente las condiciones del contrato son, sin embargo, admisibles, puede proponer al Promotor la aceptación de las mismas, con la consiguiente rebaja de los precios. El Contratista queda obligado a aceptar los precios rebajados fijados por el Promotor, a no ser que prefiera demoler y reconstruir las unidades defectuosas por su cuenta y con arreglo a las condiciones del contrato.

- Tanto los materiales como la ejecución de los trabajos, las unidades de obra y la propia obra terminada deberán ser de la calidad exigida en el contrato, cumplirán las instrucciones de la D.F. y estarán sometidos, en cualquier momento, a los ensayos y pruebas que éste disponga.

2.3 Normas y reglamentos de aplicación.

Además del contenido del *Anejo Nº2: Normativa aplicable* del presente proyecto y en todo lo que no se contradiga con él, deberán ser tenidas en cuenta las siguientes normas ordenadas por apartados generales:

2.3.1 Generales.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Disposiciones vigentes sobre Seguridad y Salud en el Trabajo y Seguridad Social.
- El conjunto de normas tecnológicas creadas por los Comités Técnicos de Normalización (CTN), las normas UNE, incluyendo los Corrigendum, Erratum, Adendum y modificaciones de aplicación.
- Otras instrucciones o reglamentos técnicos nacionales obligatorios, normas nacionales que traspongan normas europeas o internacionales, documentos de idoneidad técnica europeos o especificaciones técnicas comunes, normas extranjeras o cualesquiera otras normas a las que, explícitamente, se haga referencia en el articulado de este Pliego, o en cualquier otro documento de carácter contractual.
- Independientemente de lo anterior, se estará en todo caso, además, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de la construcción.

2.3.2 Obra civil y edificación.

Los soportes de las conducciones deberán ser conforme a los estándares de SAGGAS, tal y como se indica en el *Anejo Nº4: Cálculos mecánicos y estructurales*.

En cualquier caso, para el hormigón necesario para los soportes, se cumplirá:

- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).

2.3.3 Instalación Eléctrica.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

2.3.4 Normas específicas de GNL y GNC.

- UNE-EN 1127:2012. Atmósferas explosivas. Prevención y protección contra la explosión.
- UNE-EN 60079:2010. Atmósferas explosivas.
- Ley 20/2009, de 4 de diciembre, de prevención y control ambiental de las actividades.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. ITC-BT-29. Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión.
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7.
- Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de hidrocarburos.

2.3.5 Normativa municipal.

- Ajuntament de Sagunt. Ordenanza municipal de protección del medio ambiente contra ruidos y vibraciones.
- Ajuntament de Sagunt. Ordenanza municipal para la gestión de los residuos de escombros y restos de obras.
- Ajuntament de Sagunt. Ordenanza municipal de protección del medio ambiente atmosférico.
- Ajuntament de Sagunt. Ordenanza general para la agilización de las instalaciones de actividades y ejecución de obras.

3. CONDICIONES PARTICULARES.

Todas las unidades de obra incluidas en el presente Proyecto se ejecutarán con arreglo a la buena práctica de la construcción y empleando los materiales que cumplan las características establecidas, así como las técnicas de su colocación en obra y la ejecución de toda clase de instalaciones y de las obras accesorias y dependientes recogidas en el mismo.

Las prescripciones técnicas de los materiales y equipos a emplear en la ejecución del proyecto serán de obligado cumplimiento por el Contratista, el cual deberá hacer constar que las conoce y que se compromete a ejecutarlas con estricta sujeción a las mismas en la oferta que sirva de base para la ejecución.

Para la ejecución del proyecto descrito, se tendrán las especificaciones propias de SAGGAS que le serán facilitadas al contratista, entre otras las referentes a Tuberías, Soportes Criogénicos y Aislamiento de tuberías y soportes.

En todo caso, todos los materiales empleados deberán cumplir con las disposiciones de la *UNE-EN ISO 16903. Industrias del petróleo y del gas natural. Características del GNL que influyen en el diseño y en la selección de los materiales. (ISO 16903:2015*) y la *UNE-EN 1473. Instalaciones y equipos para gas natural licuado. Diseño de las instalaciones terrestres*.

3.1 Tuberías.

La elección del tipo de tubería y accesorios para la instalación, se realizará conforme a la especificación técnica de SAGGAS con código P227379-SRPI1-SP-0002. Siguiendo el criterio de las tuberías ya existentes, y por las condiciones de diseño de la instalación se emplea los espesores establecidos en esta especificación.

En el *Anejo Nº4: Cálculos mecánicos* se verifican los espesores de tuberías por la presión de diseño de la instalación.

Para la correcta ejecución de esta unidad de obra, se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Todo el material empleado para la instalación, llevará su certificado de fabricación con el nº de colada, a fin de poder realizar un seguimiento durante el montaje tanto en taller como en obra.
- Todos los accesorios cumplirán con el espesor y material indicado para las tuberías a emplear.
- Todas las soldaduras se radiografiarán al 100% y aquellas soldaduras que no puedan ser radiografiadas se realizaran otros ensayos no destructivos.
- Los soldadores deberán estar debidamente homologados según (UNE o ASME), y deberán seguir los procedimientos establecidos para cada unión a realizar.

- Los materiales de aportación serán acorde al material base de las tuberías y de acuerdo a los procedimientos de soldadura empleados.
- Se llevará un registro de todas las soldaduras realizadas, tanto a taller como en obra, donde se anotarán como mínimo los siguientes datos:
  - Nº de unión realizada.
  - Colada de los materiales base.
  - Colada del material de aportación.
  - Tipo de unión.
  - Fecha de realización.
  - Nº de identificación del soldador.
  - Referencia al informe de ensayos no destructivos.
- Esta documentación será revisada por parte de la D. F. previa a la emisión del certificado final de obra.
- Todas las soldaduras que presenten algún defecto detectado por las radiografías, serán reparadas en primera instancia para ser radiografiadas de nuevo. No se permitirán más de dos reparaciones consecutivas en una misma soldadura, debiéndose cortar la soldadura y repetir de nuevo.

3.2 Válvulas.

En el *Anejo Nº2: Normativa aplicable* se establece que las válvulas deberán estar diseñadas, fabricadas y ensayadas de acuerdo con la Norma *UNE-EN 12567*.

Todas las válvulas a utilizar en la instalación están descritas en las hojas de datos del *Anejo Nº3: Ingeniería de procesos* del presente proyecto.

Se deberán cumplir los siguientes requerimientos:

- Todas las válvulas a emplear llevarán su certificado de fabricación, para verificar el cumplimiento de los requisitos del presente proyecto.
- Tanto el montaje como su posterior puesta en funcionamiento se realizarán siguiendo las indicaciones del fabricante de la válvula.
- Es aconsejable que las válvulas criogénicas sean instaladas mediante soldadura a tope, evitando al máximo las uniones con bridas, para reducir el riesgo de fugas.
- Las válvulas criogénicas se recomiendan que se diseñen para permitir el mantenimiento de sus componentes internos sin tener que retirar el cuerpo de la válvula de la tubería.
- Se deberá tener en cuenta la posibilidad de despresurización parcial de las tuberías y confinamiento con garantías de los volúmenes del GNL retenido.
- Las caperuzas de las válvulas criogénicas deben estar instaladas, y si es posible, con el vástago dirigido en posición vertical hacia lo alto con un ángulo inferior a 45° en relación a la vertical, para reducir el riesgo de fuga. Este requisito no es aplicable a las válvulas de corte de pequeño diámetro.

3.2.1 Válvulas neumáticas de control.

La instrumentación de control de proceso se describe en el *Anejo Nº5: Sistemas de control, monitorización y medición*.

Los equipos a emplear están descritos en la hoja de datos de instrumentación del *Anejo Nº3: Ingeniería de procesos*. Parte de estos equipos son las válvulas neumáticas de control del sistema ESD, que deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Las válvulas neumáticas de control, llevarán incorporado un posicionador electroneumático, con señal de entrada de 4/20 mA. Los posicionadores dispondrán de señal de salida de la posición real en 4-20 mA, la cual se cableará al sistema de control.
- Los actuadores neumáticos serán preferentemente del tipo membrana, excepto en aquellos casos que por requerimientos de actuación se necesite un alto par (tipo pistón).
- Siempre que sea posible se suministrarán actuadores que permitan cambiar fácilmente las acciones a fallo de aire.
- Las válvulas se suministrarán completamente montadas, con todo el tubing neumático instalado, con filtro manorreductor y manómetros de entrada de aire y salida hacia el actuador. El tubing utilizado será de Acero Inoxidable AISI 316, de tamaño 1⁄4 de pulgada como mínimo y racorería de doble bicono y en acero inoxidable.
- Todas las válvulas vendrán identificadas con una placa de acero inoxidable donde aparezca el tag de acuerdo con los P&ID's y/o hojas de datos.
- El grado de protección mínimo para todos los accesorios (posicionador, transmisor de posición, etc.), será de IP-66.
- La presión de aire de alimentación será de 6 Bar, pero el actuador deberá ser capaz de accionar con 4 Bar.
- Todas las válvulas dispondrán de una indicación local de posición mecánica y directa sin necesidad de corriente.
- El posicionador de la válvula de control estará accesible en la Planta para labores de Mantenimiento.
- La definición de la acción de la válvula a fallo de aire estará sujeta a la seguridad del proceso.
- Todas las válvulas todo-nada llevarán instalados y cableados hasta una sola caja los dos finales de carrera, para señalización remota de la posición. Dichos finales de carrera serán bien electromecánicos de contacto seco con conmutación tipo SPDT o inductivos a dos hilos con protección mínima IP-66 y clase Eex adecuada al emplazamiento de dicha válvula.
- Todos los elementos serán suministrados debidamente calibrados y ajustados.
- En el cuerpo irá marcado el sentido de flujo con una flecha estampada durante la fundición.

- En caso de que por las características del fluido, éste pueda congelarse o apelmazarse, el adjudicatario indicará los requerimientos para la instalación de un sistema de calorifugado o traceado en la misma.
- Como mínimo los siguientes datos deberán aparecer en una placa de acero inoxidable AISI 316 remachada al cuerpo de la válvula:
  - Marca y modelo del fabricante.
  - Tag de Identificación.
  - Clase de hermeticidad.
  - Tamaño y material del cuerpo.
  - Acción de la válvula al fallo de aire.
  - Rango del muelle y presión de la prueba hidrostática
- Las válvulas de solenoide tendrán una protección IP66 o superior y con clase EEx ia o Eex ed.
- Deberán llevar un rearme manual tipo pestillo y serán normalmente de 3/2, tres vías dos posiciones.

3.3 Hot-tap.

Previa realización del Hot-tap, la empresa que resulte adjudicataria del proyecto de construcción deberá preparar un plan por escrito, que incluirá lo siguiente:

- Diseño de la conexión.
- Procedimiento de taladrado.
- Procedimiento de la soldadura.
- Salud, seguridad, protección contra incendio, respuesta a emergencia y otros procedimientos relevantes e instrucciones aplicables, incluyendo las especificaciones de SAGGAS.

Se deberán tener en consideración los riesgos inherentes al proceso de ejecución de hot-taps según lo establecido en la Norma *OSHA 29 CFR 1910.119*.

Los soldadores deben tener la calificación pertinente según los códigos y especificaciones aplicables, tales como la sección IX del Código ASME, o estándares como *UNE-EN ISO 9606*, *UNE-EN EN ISO 14732*.

Antes de la realización del Hot-tap, se deberán satisfacer las condiciones siguientes:

- Deberá estar presente durante la ejecución del Hot-tap una persona competente.
- El área donde se realizará la conexión debe ser identificada y marcada físicamente.
- El espesor de metal se debe verificar y cualquier imperfección metálica que pudiera impedir una soldadura apropiada se debe evaluar y aprobar por una persona competente.

- Se debe preparar un plan para monitorizar y controlar las variables de proceso dentro de los límites requeridos mientras se ejecuta el Hot-tap o la soldadura.
- Se deben realizar pruebas de vapores inflamables, oxígeno y contaminantes peligrosos del aire para garantizar un ambiente seguro.
- Se deben evaluar los potenciales riesgos relativos a seguridad y salud, suministrando los equipos de protección individual (EPIs) pertinentes.
- Una persona competente en medios contra incendios está presente durante la ejecución, equipada con un extintor de polvo seco.
- Se deben establecer procedimientos para aislar el área de trabajo en caso de emergencia.
- El personal debe tener preparación y experiencia en procedimientos de taladrado y soldadura, y en el uso y montaje del equipo a utilizar.

Para la instalación de la máquina se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

- La válvula del Hot-tap debe tener el tamaño y capacidad adecuados y ser de apertura completa. Se deben realizar las pruebas de fuga necesarias siguiendo las recomendaciones de la *API 598: Valve Inspection and Testing*, relativa a la inspección y pruebas de válvulas.
- Verificar que la longitud de la boquilla más la longitud de la válvula bloqueadora y el espesor de los empaques no sobrepasa el recorrido máximo que puede ejecutar la máquina de Hot Tap y que además el diámetro de la herramienta de corte especificado es el adecuado para que no exista interferencia con el diámetro interno de la conexión de Hot Tap.
- Después de la instalación de la máquina revisar que los pernos estén bien ajustados y realizar una prueba de hermeticidad, para asegurar que no existen fugas en la conexión. Esta prueba debe realizarse con gas inerte a la presión de operación de la línea principal.
- Durante la instalación, la válvula se ubicará centrada en la brida de la boca.
- Se deslizará la barra de perforado a través de la apertura de la válvula de forma que el cortador no se bloquee ni se atasque.
- Se debe calcular la distancia de taladrado de forma precisa, sin que toque el lado opuesto de la tubería, y que el material cortado a recuperar se pueda retirar una distancia suficiente que permita el cierre sin obstrucciones de la válvula.
- Se debe confirmar que la válvula de purga mantiene la presión y que no está tapada.
- Se deben tomar las precauciones necesarias para efectuar una purga segura y que el material extraído por la máquina quede por encima de la válvula del Hot-tap.

Una vez que han comenzado los trabajos no se deben interrumpir hasta que el Hot-tap se haya completado y la válvula esté cerrada.

- Se deben seguir las instrucciones del fabricante en la retirada de la broca y el cierre de la válvula.

- Se deben prever los mecanismos adecuados para la contención de los líquidos y vapores que la máquina libera en el procedimiento de retirada de la misma.

3.4 Aislamiento térmico.

Para el aislamiento térmico se seguirán las prescripciones de la especificación sobre asilamiento de tuberías de SAGGAS, según documento "Especificaciones aislamiento térmico baja temperatura de tuberías y equipos" (P227358-SRPI1-SP-0001), tal y como se ha establecido en el *Anejo Nº2: Normativa aplicable* del presente Proyecto.

El tipo de aislamiento z utilizar se ha considerado del Tipo 7, para tuberías en contacto con el GNL, que es el establecido en el *Anejo Nº4: Cálculos mecánicos* del presente proyecto, se realizará según las indicaciones siguientes extraídas de la especificación de SAGGAS:

- Se utilizará una o dos capas de espuma de poliisocianurato (PIR) y una capa exterior de vidrio celular rígido.
- Se aplicará una barrera de vapor constituida por tejido de vidrio entre dos o tres capas de masilla en la cara exterior del vidrio celular rígido.
- Durante la prefabricación en fábrica, se aplicará una lámina múltiple utilizada como barrera secundaria, sobre la última capa de espuma de poliisocianurato rígido preconformada. Las juntas de la barrera secundaria se aplicarán durante la instalación en obra.
- Para evitar la abrasión en el polisocianurato rígido preconformado, se aplicará un recubrimiento antiabrasivo en la superficie interior del vidrio celular.
- Cada capa de espuma de poliisocianurato rígido preconformado se fabricará en dos medias envolturas con uniones longitudinales y circunferenciales escalonadas (Excepto para la primera capa en la cal se utilizarán tres o cuatro capas, en cuyo caso no se utilizará sellador). Las envolturas se fijarán mediante cinta adhesiva reforzada con fibra de vidrio sensible a la presión.
- Se incorporará a lo largo del aislamiento una junta de contracción con un intervalo máximo de 6 metros. Las Juntas de contracción se realizarán con manta de fibra de vidrio con uniones escalonadas en el aislamiento, utilizando goma de butilo para la junta de la barrera de vapor y deslizando la lámina de la barrera contra la intemperie hasta la junta del encamisado.
- Una lámina de goma de butilo con una sola doblez ancho se colocará en posición central y se pegará utilizando un adhesivo compatible, fijándola a ambos lados mediante bandas de acero inoxidable.
- La capa de vidrio celular se fabricará en dos mitades o segmentos con uniones rectas.
- Las mitades/segmentos de vidrio celular se montarán utilizando sellador y se fijarán mediante bandas de acero inoxidable, antes de la aplicación de la barrera de vapor.

- Se instalará un encamisado de acero inoxidable sobre el aislamiento, fijado mediante bandas inoxidables y se aplicará mediante pistola un sellador de masilla para conseguir estanqueidad en el solapamiento longitudinal y circunferencial.

Los accesorios de la tubería se aislarán con los requerimientos de la tubería pero con las indicaciones de la especificación de SAGGAS.

Para el encamisado exterior se utilizará acero inoxidable ASTM A167 Tipo 304 con un espesor de 0,5 mm.

Todo el material empleado para la instalación, llevará su certificado de calidad que aseguré el cumplimiento de las requisiciones de las especificaciones mencionadas, a fin de poder realizar un seguimiento durante el montaje tanto en taller como en obra, por parte de la dirección facultativa.

Todas las características del material a utilizar están descritas en la especificación de SAGGAS al igual que las características de resistencia al fuego, que se deberá cumplir lo indicado para todos los materiales.

- El aislante térmico se deberá dimensionar conforme a la norma *UNE-EN ISO 12241*.
- Se deberán utilizar materiales bajos en contenido de cloruro en las canalizaciones de acero inoxidable para evitar la corrosión.
- Principalmente el aislamiento para las tuberías criogénicas consistirá:
  - En un material aislante.
  - Una barrera de vapor para evitar la entrada de humedad que pueda congelarse. A no ser que el propio material aislante sea impermeable al vapor de agua.
  - Una protección mecánica contra la intemperie que además proporcione una resistencia al fuego.
- El material utilizado para el aislamiento se deberá verificar y se documentará su comportamiento frente al fuego para asegurar que el sistema no originará ni propagará un incendio, y que cualquier emisión de vapores no causará un riesgo de toxicidad inadmisible.
- Por razones de seguridad se deben evitar aquellos materiales porosos que puedan absorber metano.
- Se tendrá en cuenta la dilatación y contracción de los materiales debido al gradiente de temperatura entre el interior y el exterior. Se debe prever en todo momento que se mantenga la impermeabilidad de la barrera de vapor de agua.
- El asilamiento siempre se instalará después de los ensayos de estanqueidad de las tuberías.
- El valor de la conductividad térmica seguirá la norma *UNE-EN ISO 10456*.

3.5 Instrumentos de Presión.

Los instrumentos de presión cumplirán las siguientes prescripciones:

- Los instrumentos de presión llevarán accesorios adecuados para el proceso en el que van instalados.
- No se admitirá el uso de la misma toma de proceso para dos instrumentos de presión.
- Cada instrumento llevará su conexión a proceso independiente.
- Todos los instrumentos de presión, llevarán una válvula de raíz (aislamiento), además de un manifold para aislar el instrumento y despresurizar la línea para un mantenimiento o calibración.
- Todos los instrumentos deberán de cumplir con la hoja de datos específica que se edite para cada uno de ellos.
- Las conexiones al proceso se realizarán con rosca 1⁄2" NPT-F.
- El adjudicatario, instalará, suministrando los materiales y accesorios necesarios, todo el tubing, manifolds, válvulas y accesorios que se requieran para completar la instalación de los instrumentos.
- La precisión de los transmisores será de +/- 0.1 de Span calibrado para medir presión.
- Para los transmisores de presión, la rangeabilidad será de 1:10, la estabilidad será mejor del 0.1 %por año, y siempre que sea posible tendrán los manifolds integrados.
- El material usado en los transmisores será el que resulte apropiado para el fluido con el que estén en contacto previéndose en caso de que fuese necesario un sello separador y capilar. En general se usará el acero inoxidable AISI 316 como mínimo.
- Todas las salidas serán del tipo 4-20 mA, a dos hilos.

3.6 Instrumentos de Temperatura.

Los instrumentos de temperatura cumplirán las siguientes prescripciones:

- Todos los sensores de temperatura, serán instalados con termopozos.
- Los termopozos serán fabricados partiendo de barra perforada, el material será como mínimo de AISI 316 y la presión de diseño será la de la tubería de proceso. Se utilizarán conexiones soldadas, roscadas NPTM o bridadas de 1 1⁄2" R.F. del rating adecuado en función de las condiciones del proceso.
- La precisión de los transmisores será de +/- 0.1 % del fondo escala y admitirá una sobreescala del 150%
- Para los transmisores de temperatura, la estabilidad será mejor de 0.1o C por año, el elemento primario serán termo-resistencias PT-100 clase A, herméticamente selladas, de tres hilos.
- Todos los instrumentos de temperatura irán montados con el transmisor en cabeza.

- La cabeza será de hierro fundido o aluminio y con pintura protectora. La tapa irá sujeta a la cabeza mediante cadena.

3.7 Caudalímetro.

El caudalímetro a instalar será fiscal y deberá cumplir las siguientes prescripciones:

- Para las medidas de caudal se tendrán en cuenta las recomendaciones del fabricante para la definición de los diámetros de tramos rectos antes y después, así como para su instalación.
- Se colocarán en tuberías horizontales o verticales ascendente nunca descendentes.
- La precisión mínima de los transmisores será de +/- 0.1 %del fondo escala.
- Los tipos de transmisores de caudal a utilizar serán ultrasónicos. La elección de las características será responsabilidad del adjudicatario, en función de sus propios requerimientos de precisión o limitaciones de diseño.
- Los cálculos completos así como las características, serán justificados mediante hoja de datos del elemento primario de medida.
- Deberá poderse desmontar (unido mediante bridas) para comprobar en certificaciones periódicas su correcto funcionamiento.

3.8 Conexiones a proceso de los instrumentos.

- Se deberá comprobar que estos elementos son conformes con lo especificado en este capítulo y en los capítulos anteriores en cuanto a montaje y materiales. Además, se seguirán las recomendaciones del fabricante de instrumentos para su conexionado.
- En general, el tipo, material y presión nominal de las válvulas y accesorios de la conexión al proceso serán los indicados en la especificación de tuberías correspondiente.
- Se utilizarán manifolds para aislamiento de los instrumentos y despresurización de los mismos. Los manifolds serán suministrados de acuerdo a las condiciones de operación. Los manifolds serán de SS316, con juntas de teflón.
- Los picajes en tubería serán de 1⁄2" NPT y deberán contemplar la instalación de válvulas de raíz en la tubería (doble válvula si el tipo de sistema así lo requiere).
- El tubing de instrumentación utilizado será de acuerdo a medidas métricas, siendo el tamaño recomendado de 10 mm de diámetro exterior. El material será de 316 SS y el espesor será el adecuado para las condiciones de operación, siendo como mínimo de 1.3 mm.

3.9 Conexiones Neumáticas y Red de Aire de Instrumentos.

- El aire de instrumentación será distribuido por medio de colectores.

- El adjudicatario indicará claramente en sus ofertas el consumo estimado de aire en Nm3/h (normal y pico), y con éste dato se entregará una conexión bridada en el límite de la instalación.
- A partir de éste punto se colocará una válvula de aislamiento y será total responsabilidad de instalador adjudicatario el continuar con el colector hasta los consumidores finales (válvulas de control, todo-nada, etc.).
- Todos los tubos serán debidamente identificados en ambos extremos con placas de acero inoxidable o etiquetas identificativas en PVC destinadas a tal efecto y adecuadas a las condiciones ambientales necesarias, de manera que en origen se identifique el destino y viceversa.

3.10 Cableado.

La instalación se realizará cumpliendo con los siguientes puntos:

- Los cables de control, tanto de cableado interno de los cuadros como el cableado de campo, deberán ser de cobre, flexibles Clase 5 y tener un nivel de aislamiento de 300/500 V, con aislamiento y cubierta PVC, no propagador de la llama, baja emisión de humos y cubierta exterior e interior resistentes a hidrocarburos y aceites minerales. Se usarán cables apantallados por par y general. Si se requiere armadura deberá ser de hilos de acero.
- Los cables de instrumentación deberán ser de cuerdas de cobre, flexibles, Clase 5 y tener un nivel de aislamiento de 300/500 V. Los cables de instrumentación serán apantallados por par y general. En cualquier caso, estos cables deberán cumplir con los requisitos de los fabricantes de instrumentos a los que se conecten. Si se requiere armadura deberá ser de hilos de acero con aislamiento y cubierta PVC, no propagador de la llama, baja emisión de humos y cubierta exterior e interior resistentes a hidrocarburos y aceites minerales.
- Como norma general, aparte de los pares individuales, se utilizarán multicables de 12 y 24 pares. Para aquellos servicios con pocas señales, se admitirían de 2, 4 y 6 pares.
- Para el cableado se considerará una reserva cableada del 15%
- Las cajas de derivación serán de poliéster reforzado o aluminio con un grado de protección mínimo de IP-66, y con un espesor suficiente para poder roscar los prensaestopas.
- Las entradas individuales a las cajas serán laterales y las salidas de los multicables serán por la parte inferior.
- Los prensaestopas serán metálicos o de poliamida clase IP66, en el caso de área clasificada serán de latón, antideflagrante, para cable armado y tendrán certificado ATEX tanto los prensas como las cajas.
- Las cajas se suministrarán con tapones roscados para las reservas.
- Para alimentaciones eléctricas de fuerza a instrumentos o actuadores, se utilizarán cajas de alimentaciones independientes.

- Todos las cubiertas exteriores de los cables serán identificados en los extremos (Origen / Destino) con unas placas de inoxidable o etiquetas identificativas en PVC destinadas a tal efecto y adecuadas a las condiciones ambientales necesarias.
- Todos los cables han de ser identificados exteriormente en cada entrada o salida de un conducto.
- Todos los extremos de los cables irán equipados con punteros terminales para su conexión.
- No se admitirá el uso de positivos compartidos por varias señales, cada señal tendrá un par de bornes como mínimo.

3.11 Alimentaciones eléctricas.

- Toda la instrumentación y paneles se alimentarán a 230 Vac o a 24 Vdc.
- Los cables de alimentación tendrán 3 conductores: Fase-Neutro-Tierra.
- Las pantallas de los cables de instrumentación tendrán continuidad desde el panel donde se recoge la señal hasta el instrumento, la pantalla se conectará en la tierra de instrumentación de dicho panel. En el lado del instrumento no se conectará la pantalla.

3.12 Soportes.

La elección del tipo de soportes a utilizar en la instalación, se ha basado en la instalación ya existente, así como en las especificaciones de SAGGAS con código P227252-SRPM3-NT-0001 y P227379-SRPM3-LT-0002. Tanto para la fabricación como para su montaje en obra se seguirán las especificaciones de SAGGAS.

Los soportes de las tuberías deberán permitir los movimientos de las tuberías debidos a la retracción de los materiales, sin sobrepasar las tensiones admisibles en las mismas.

Su posicionamiento en obra se deberá adecuar a las características de la instalación existente, debiendo suplementar algunos de los perfiles y obra civil existentes.

Para la conexión de los soportes con el aislamiento de las tuberías y elementos se tendrá en cuenta las especificaciones de SAGGAS P227358-SRPI1-SP-0001.

Todo el material empleado para la instalación, llevará su certificado de fabricación, a fin de poder realizar un seguimiento durante el montaje tanto en taller como en obra.

Madrid, Septiembre de 2017

Fdo: José Luis Almazán Gárate
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado Nº 4.656

V. PRESUPUESTO

Contenido

1. MEDICIONES Y DESGLOSE DE PRECIOS. 5

1.1 CONDUCCIONES. 5
1.2 SOPORTES. 5
1.3 VÁLVULAS. 6
1.4 CAUDALÍMETRO. 6
1.5 HOT-TAPS. 6
1.6 AISLAMIENTO. 7
1.7 INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL. 7
1.8 BANDEJA DE CONTENCIÓN DE DERRAMES. 7
1.9 ELEMENTOS CONTRAINCENDIOS. 8
1.10 SISTEMA DE BUNKERING 8
1.11 ANDAMIOS Y MEDIOS DE ELEVACIÓN. 8
1.12 CONTROL DE CALIDAD. 8
1.13 PRUEBAS REGLAMENTARIAS. 8
1.14 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD 8

2. PRESUPUESTO. 9

1. Mediciones y desglose de precios.

1.1 Conducciones.

Descripción	Cantidad	Precio	Importe
Tubería ASTM A312 TP304L SMSL SCH10 8"	21,20	168,00 €	3.561,60 €
Tubería ASTM A312 TP304L SMSL SCH10 6"	25,85	97,00 €	2.507,45 €
Tubería ASTM A312 TP304L SMSL SCH40 2"	10,00	33,00 €	330,00 €
Tubería ASTM A312 TP304L SMSL SCH40 1"	2,00	14,00 €	28,00 €
BW TEE ASTM A403 GR.WP304 SMSL SCH40 2"	1,00	72,00 €	72,00 €
BW 90 LR ELBOW ASTM A403 GR, WP304 SMSL SCH10 8"	4,00	162,00 €	648,00 €
BW 90 LR ELBOW ASTM A403 GR, WP304 SMSL SCH10 6"	2,00	144,00 €	288,00 €
BW 90 LR ELBOW ASTM A403 GR, WP304 SMSL SCH40 2"	6,00	51,00 €	306,00 €
BW 90 LR ELBOW ASTM A403 GR, WP304 SMSL SCH40 1"	4,00	42,00 €	168,00 €
FLANGE WN CLASE 150 LB ASTM ASME B16.5 8"	5,00	191,00 €	955,00 €
FLANGE WN CLASE 300 LB ASTM ASME B16.5 8"	4,00	222,00 €	888,00 €
FLANGE WN CLASE 150 LB ASTM ASME B16.5 6"	3,00	162,00 €	486,00 €
FLANGE WN CLASE 300 LB ASTM ASME B16.5 6"	2,00	180,00 €	360,00 €
FLANGE WN CLASE 150 LB ASTM ASME B16.5 2"	2,00	48,00 €	96,00 €
Varios Tornilleria, juntas, etc.	1,00	2.000,00 €	2.000,00 €
Instalación y montaje	1,00	8.000,00 €	8.000,00 €
		TOTAL	**20.694,05 €**

1.2 Soportes.

Descripción	Cantidad	Precio	Importe
Soporte GUC 3 para 6"	1,00	1.250,00 €	1.250,00 €
Soporte GUC 3 para 8"	7,00	1.500,00 €	10.500,00 €
Soporte GUC 4 para 6"	2,00	1.750,00 €	3.500,00 €
Soporte GUC 4 para 8"	1,00	2.000,00 €	2.000,00 €
Soporte ME1 para 2"	4,00	500,00 €	2.000,00 €
Soportes Varios	1,00	3.000,00 €	3.000,00 €
Estructuras bajo soportes	1,00	10.000,00 €	10.000,00 €
Instalación y montaje	1,00	8.000,00 €	8.000,00 €
		TOTAL	**40.250,00 €**

1.3 Válvulas.

Descripción	Cantidad	Precio	Importe
Válvula Bola 8x6" embridada	1,00	15.866,00 €	15.866,00 €
Válvula de Bola 6x4"embridada	1,00	12.475,00 €	12.475,00 €
Válvula de Bola 2x1 1/2" embridada	1,00	2.894,00 €	2.894,00 €
Válvula Bola 8" Actuador NC+EV+FC	1,00	53.200,00 €	53.200,00 €
Válvula de Glovo para control 8x6" Actuador Reg+Posicionador	1,00	51.800,00 €	51.800,00 €
Válvula de Bola 6x4" Actuador NC+EV+FC	1,00	25.200,00 €	25.200,00 €
Válvula de Bola 8x6" Manual BW	1,00	13.730,00 €	13.730,00 €
Válvula de Bola 6x4" Manual BW	1,00	10.443,00 €	10.443,00 €
Válvula de Bola 3" Manual BW	1,00	5.382,00 €	5.382,00 €
Válvula de Bola 1 x 3/4" Manual BW	14,00	2.291,00 €	32.074,00 €
Antiretorno 8"	1,00	12.367,00 €	12.367,00 €
TSV	3,00	3.391,00 €	10.173,00 €
PSV	2,00	3.391,00 €	6.782,00 €
Válvulas Varias	1,00	7.000,00 €	7.000,00 €
Instalación y montaje	1,00	11.200,00 €	11.200,00 €
		TOTAL	**270.586,00 €**

1.4 Caudalímetro.

Descripción	Cantidad	Precio	Importe
Caudalímetro másico de Coriolis 8", completamente instalado.	2,00	32.556,00 €	65.112,00 €
Caudalímetro másico de Coriolis 6", completamente instalado.	1,00	22.479,00 €	22.479,00 €
Ordenador de flujo digital con pantalla gráfica, completamente instalado.	1,00	7.579,00 €	7.579,00 €
Verificación del sistema	1,00	7.000,00 €	7.000,00 €
		TOTAL	**102.170,00 €**

1.5 Hot-Taps.

Descripción	Cantidad	Precio	Importe
Servicio Hot Tap 8" en línea de 36", completamente instalado.	1,00	11.675,00 €	11.675,00 €
Servicio Hot Tap 6" en línea de 20", completamente instalado.	1,00	9.150,00 €	9.150,00 €
Servicio Hot Tap 2" en línea de 6", completamente instalado.	1,00	5.475,00 €	5.475,00 €
		TOTAL	**26.300,00 €**

1.6 Aislamiento.

Descripción	Cantidad	Precio	Importe
Aislamiento tubería de 8"	21,20	375,00 €	7.950,00 €
Aislamiento tubería de 6"	25,85	323,00 €	8.349,55 €
Aislamiento tubería para 2"	10,00	146,00 €	1.460,00 €
Aislamiento para tubería de 1"	2,00	118,00 €	236,00 €
Aislamiento codos de 8"	4,00	704,00 €	2.816,00 €
Aislamiento codo de 6"	2,00	558,00 €	1.116,00 €
Aislamiento para codo de 1"	4,00	122,00 €	488,00 €
Aislamiento Caja de bridas de 8"	9,00	844,00 €	7.596,00 €
Aislamiento Caja de bridas de 6"	5,00	653,00 €	3.265,00 €
Aislamiento válvula Bola 8" embridada	1,00	1.533,00 €	1.533,00 €
Aislamiento válvula Bola 6" embridada	1,00	1.250,00 €	1.250,00 €
Aislamiento válvula de bola 8" Actuador NC+EV+FC	1,00	1.533,00 €	1.533,00 €
Aislamiento válvula de glovo para control 8" Actuador Reg+Posicionador	1,00	1.533,00 €	1.533,00 €
Aislamiento válvula de bola 8" manual BW	1,00	1.533,00 €	1.533,00 €
Aislamiento válvula de bola 6" Actuador NC+EV+FC	1,00	1.303,00 €	1.303,00 €
Aislamiento válvula de bola 6" Manual BW	1,00	1.303,00 €	1.303,00 €
Aislamiento válvulade bola 3" Manual BW	1,00	518,00 €	518,00 €
Aislamiento válvula de bola 1" BW	14,00	312,00 €	4.368,00 €
Aislamiento Antiretorno 8"	1,00	1.533,00 €	1.533,00 €
Aislamiento contador	3,00	1.533,00 €	4.599,00 €
Instalación y montaje	1,00	8.000,00 €	8.000,00 €
		TOTAL	**62.282,55 €**

1.7 Instrumentación y control.

Descripción	Cantidad	Precio	Importe
Transmisores de Temperatura	5,00	700,00 €	3.500,00 €
Transmisores de Presión	5,00	700,00 €	3.500,00 €
Detectores de Gas	2,00	1.200,00 €	2.400,00 €
Detectores de Derrames	2,00	2.000,00 €	4.000,00 €
Instalación y montaje	1,00	15.000,00 €	15.000,00 €
		TOTAL	**28.400,00 €**

1.8 Bandeja de contención de derrames.

Descripción	Cantidad	Precio	Importe
Planchas de acero austenítico AISI 304L de 2mm, dimensiones 2,0x4,0 m (Ud.)	3,00	555,00 €	1.665,00 €
Estructura cubos de hormigón soporte de bandeja	1,00	145,00 €	145,00 €
Estructura soldada de soporte tramex mediante perfiles IPN (Ud.)	1,00	2.800,00 €	2.800,00 €
Tramex 30x30 mm (m2)	16,00	60,00 €	960,00 €
Elementos accesorios	1,00	1.200,00 €	1.200,00 €
Instalación y montaje	1,00	8.000,00 €	8.000,00 €
		TOTAL	**14.770,00 €**

1.9 Elementos contraincendios.

Descripción	Cantidad	Precio	Importe
Extintor en polvo 50 kg autoportante, completamente instalado.	1,00	340,00 €	340,00 €
		TOTAL	**340,00 €**

1.10 Sistema de bunkering.

Descripción	Cantidad	Precio	Importe
Sistema de transferencia de combustible para bunkering de GNL, intalación y puesta en marcha, compuesto por los componentes: 8" ERC SILSIS Control System Hydraulic and air connection hoses Manguera criogénica composite Tipo LNG,21 bar, Ø8"x15.000mm Longitud total. Montando brida fija y brida giratoria 8" ASA 150 LBS INOX. AISI 316 Hose saddles - single hose (include handling kit) [x2] Hose fall arrest system - modular [x2] Hosebun 8" Ref. HB800 Hosebun 6" Ref. HB800 Insulation & blanking flanges [x2] Cryo Hose Unit 8" SS FPM 8" ASA 150 LBS Cryo Hose Unit 6" SS FPM 6" ASA 150 LBS 6" ERC Manguera criogénica composite Tipo LNG,21 bar, Ø6"x15.000mm Longitud total. Montando brida fija y brida giratoria 6" ASA 150 LBS INOX. AISI 316	1,00	777.383,00 €	777.383,00 €
		TOTAL	**777.383,00 €**

1.11 Andamios y medios de elevación.

Las partidas de andamios y medios de carga se han estimado como partida alzada en base a la duración de los trabajos.

1.12 Control de calidad.

El coste de los ensayos corresponde a presupuesto de empresa especializada.

1.13 Pruebas reglamentarias.

El coste de las pruebas corresponde a presupuesto de empresa especializada.

1.14 Estudio básico de Seguridad y Salud.

El proyecto de Seguridad y Salud se estima en torno al 3% del Presupuesto de Ejecución Material (PEM).

2. Presupuesto.

CAPÍTULO	RESUMEN	EUROS	%
1.1	Conducciones	20.694,05 €	1,48
1.2	Soportes	40.250,00 €	2,87
1.3	Válvulas	270.586,00 €	19,30
1.4	Caudalímetro	102.170,00 €	7,29
1.5	Hot-Taps	26.300,00 €	1,88
1.6	Aislamiento	62.282,55 €	4,44
1.7	Instrumentación y control	28.400,00 €	2,03
1.8	Bandeja de contención de derrames	14.770,00 €	1,05
1.9	Elementos contra incendios	340,00 €	0,02
1.10	Sistema de bunkering	777.383,00 €	55,46
1.11	Andamios y medios de elevación	6.000,00 €	0,43
1.12	Control de calidad	6.000,00 €	0,43
1.13	Pruebas reglamentarias	4.500,00 €	0,32
1.14	Estudio básico de Seguridad y Salud	42.051,82 €	3,00

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL 1.401.727,42 €

13,00% Gastos Generales 182.224,56 €
6,00% Beneficio Industrial 84.103,65 €

SUMA DE G.G. Y B.I. 266.328,21 €

TOTAL PRESUPUPUESTO DE INVERSIÓN 1.668.055,63 €

21,00% I.V.A. 350.291,68 €

TOTAL PESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN 2.018.347,32 €

Madrid, Septiembre de 2017

Fdo: José Luis Almazán Gárate
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado Nº 4.656

Financial feasibility of the adaptation for LNG bunkering/small scale services in the regasification plant of Sagunto

Fundación Valenciaport

Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas

2014-EU-TM-0732-S

Financial feasibility of the adaptation for LNG bunkering/small scale services in the regasification plant of Sagunto (subactivity EV5)

15 Mayo 2018

Responsible: Fundación Valenciaport

Revision: [number]

Dissemination level		
PU	Public	
CO	Confidential, only for members of the consortium (including the Commission Services)	

Revision History

Deliverable Administration and summary		
Project Acronym: CORE LNGas Hive	INEA/CEF/TRAN/M2014/1026196	
Document Identifier: EV5_Demand Study_v7.docx		
Leading partner: Fundación Valenciaport		
Report version: v7		
Report preparation date: 15 of May 2018		
Author(s) and contributors: Núria Alonso (Fundación Valenciaport) Mercedes de Juan (Fundación Valenciaport) Jorge Lara (Fundación Valenciaport) Amparo Mestre (Fundación Valenciaport) Josep Sanz (Fundación Valenciaport) Pablo Noval (SAGGAS)		
Status		Plan
	15/01/2018	Draft
	7/03/2018	Working
	15/05/18	Final
		Submitted
		Approved

Copyright

This report is © CORE LNGas Hive Consortium 2015. Its duplication is allowed only in the integral form for personal use or for the purposes of research and education.

Citation

Núria Alonso, Mercedes de Juan, Jorge Lara, Amparo Mestre, Josep Sanz, Pablo Noval (2018). Financial feasibility of the adaptation for LNG bunkering/small scale services in the regasification plant of Sagunto (Subactivity EV5). CORE LNGas Hive consortium, **www.corelngashive.eu**

Acknowledgements

The work presented in this document has been conducted in the context of the action INEA/CEF/TRAN/M2014/1026196 CORE LNGas Hive. CORE LNGas HIVE is a 60 months project started on January 1st, 2014.

The project consortium is composed by: Enagás Transporte, S.A.U. (Enagás), Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Universidade de Santiago de Compostela (USC), ENTE VASCO DE LA ENERGÍA (EVE), Autoridad Portuaria de Barcelona - Port de Barcelona (APB), Port Authority of Cartagena (PAC), AUTORIDAD PORTUARIA DE FERROL-SAN CIBRAO (APF), Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras (APBA), Port Authority of Huelva (PAH), COMPAÑÍA ESPAÑOLA DE PETRÓLEOS S.A.U. (CEPSA), Regasificadora del Noroeste, S.A. (RdN), HAM CRIOGENICA, S.L. (HAM), BUREAU VERITAS IBERIA SLU (BVI), GUASCOR POWER SA (GP), IDIADA AUTOMOTIVE TECHNOLOGY S.A (IAT), FLOTA SUARDIAZ, S.L. (Suardiaz), ITSAS GAS BUNKER SUPPLY SL (ITSAS), COMPAÑIA DE REMOLCADORES IBAIZABAL, S.A. (IBAI), TERMINAL DE CONTENIDORS DE BARCELONA, S.L. (TCB), Terminal Catalunya, S.A. (TC), UTE REMOLCADORES DE BARCELONA-SAR, UNION TEMPORAL DEEMPRESAS, LEY 18/1982 (URB), ASTILLEROS ARMON, S.A. (AA), GAS NATURAL SDG, S.A. (GN), INSTITUTO ENERXÉTICO DE GALICIA (IEG), Fundación de la Comunidad Valenciana para la Investigación, Promoción y Estudios Comerciales de Valenciaport (Fundación Valenciaport) (FV), Planta de Regasificación de Sagunto, S.A. (PRS), MOLGAS ENERGÍA, SAU (ME), Autoridad Portuaria de Valencia (APV), SEAPLACE SL (Seaplace), BOLUDA CORPORACION MARITIMA S.L. (BCM), Autoridad Portuaria de Bilbao (APBi), RENFE MERANCÍAS S.A. (Renfe), Puertos del Estado (PdE), Dirección General de la Marina Mercante (DGMM), PORT AUTHORITY OF GIJON (PAG), Port Authority of Melilla (PAM), Santander Port Authority (SPA), Port Authority of Tarragona (PAT), Port Authority of Vigo (PAV), Port Authority of Santa Cruz de Tenerife (PASCT) and REN Gasoductos, S.A. (RENG).

More Information

Public CORE LNGas HIVE reports and additional information related with the project execution and results are available through CORE LNGas Hive public website at **www.corelngashive.eu**

Table of contents

List of tables 7
List of figures 8
1. Introduction 9
2. Methodology 10
2.1. Sources of potential demand 10
2.1.1 Short Sea Shipping Regular Services 10
2.1.2 Interoceanic Regular Services 11
2.1.3 Tramp services 11
2.1.4 Cruises 13
2.2. Marine fuels 14
2.3. Financial feasibility of the use of LNG 16
2.3.1 Methodology 16
2.3.2 Cost investments assumptions 17
2.3.3 Scenarios 18
3. LNG demand 20
3.1. Short Sea Shipping Regular Services 20
3.2. Interoceanic Regular Services 22
3.3. Tramp Services 23
3.4. Cruises 24
3.5. Total Demand 25
4. Financial Feasibility Analysis of the adaptation of the bunkering station 31
4.1. Methodology 31
4.2. Hypothesis 32
4.2.1 Bunkering barges 32
4.2.2 Investment 33
4.2.3 Operational costs 35
4.2.4 Incomes 37
4.2.5 Operational life 37
4.3. Results 37
4.3.1 Main results 37
4.3.2 Sensitivity analysis 38
5. References 44

List of tables

Table 1. NCV of the selected fuels 15
Table 2. Variables of the different scenarios 18
Table 3. No. of operations to supply the LNG expected demand 28
Table 4. Total investment budget of LNG systems 35
Table 5. Total investment cost 35
Table 5. Financial feasibility results 38
Table 6. Financial feasibility results – operational life sensitivity analysis 38
Table 7. Financial feasibility results – incomes sensitivity analysis 40
Table 8. Funding gap rate calculation – no minimum income per operation 42
Table 9. Funding gap rate calculation – minimum income per operation 43

List of figures

Figure 1. No. of vessels calling at Sagunto, Valencia and Gandia 12
Figure 2. Methodology of the financial feasibility analysis 17
Figure 3. LNG demand per port and per year (Short Sea Shipping services - baseline scenario) 20
Figure 4. LNG demand per port and per year (Short Sea Shipping services - pessimistic scenario) 21
Figure 5. LNG demand per port and per year (Short Sea Shipping services - optimistic scenario) 22
Figure 6. LNG demand per port and per year (Deep Sea Shipping Services - optimistic scenario) 23
Figure 7. LNG demand per port and per year (Tramp services – baseline scenario) 24
Figure 8. LNG demand per port and per year (Tramp Services - optimistic scenario) 24
Figure 9. LNG demand per port and per year (Cruise Services - optimistic scenario) 25
Figure 10. Total LNG demand per type of traffic and per year (baseline scenario) 25
Figure 11. Total LNG demand per port and per year (baseline scenario) 26
Figure 12. Total LNG demand per port and per year (baseline scenario) 26
Figure 13. Total LNG demand per type of traffic and per year (optimistic scenario) 27
Figure 14. Total LNG demand per port and per year (optimistic scenario) 27
Figure 15. Total LNG demand per scenarios 28
Figure 16. No. of operations per year to supply the LNG expect demand according to the size of the barge (Baseline scenario) 29
Figure 17. No. of operations per year to supply the LNG expect demand according to the size of the barge (Pessimistic scenario) 29
Figure 18. No. of operations per year to supply the LNG expect demand according to the size of the barge (Optimistic scenario) 30
Figure 19. Oizmendi (formerly Monte Arucas). Source: (Expansión, 2017) 32
Figure 20. ENGIE Zeebrugge. Source: (Engie, 2017) 32
Figure 21. Coral Methane. Source: (Anthony Veder, 2017) 33
Figure 22. Fenders at the LNG existing terminal 34
Figure 23. Reception of Natural Gas at Saggás Installations. Source: Saggás 37
Figure 24. Calculation process of the funding gap. Source: (European Comission, 2017) 41

1. Introduction

The project CORE LNGas HIVE, presented and approved in the 2014 Transport Call of proposals of the CEF program, aims at supporting the deployment of LNG infrastructure for maritime transport and ports operations along the Spanish and Portuguese sections of the Atlantic and Mediterranean Core Network Corridors in line with the corresponding Corridor Work Plans. The project includes a series of studies and pilots that focus on the use of LNG in several Spanish and Portuguese ports. One of the subactivities to be carried out in the framework of the project consist on the feasibility studies required to determine the best option (from both the technical and the economic point of view) to supply LNG for bunkering and small scale distribution from SAGGAS facilities located in the Port of Sagunto. The approach taken to analyse the economic aspect requires to carry out a demand study of the potential users in the Port of Sagunto and a Cost-Benefit analysis of the investment required to provide that service. This report describes the methodology employed for the study, the assumptions taken and the main results obtained.

2. Methodology

2.1. Sources of potential demand

The final purpose of the analysis is to predict the amount of LNG which is foreseen to be bunkered from SAGGAS facilities. In order to determine the origin of demand, it should be considered that it is not very plausible to expect that most vessels will deviate from their route exclusively to receive bunkering. For example, a containership calling at the port of Valencia will probably not make an additional call for refuelling in a port located nearby because this displacement would cause additional costs (money and time). For that reason, it is assumed that LNG will be provided using a bunkering barge that will be filled from SAGGAS regasification plant. As a consequence, the area of influence of the LNG supply facilities will be that considered as reasonable for a bunkering barge which, for this study, will include the vessels calling at the Ports of Valencia, Sagunto, Castellón, Gandia and Denia.

The vessels calling at the area of influence of the SAGGAS plant have been further categorised into types of traffic. Each of the groups have been analysed using a different methodology that takes into account the characteristics of each type of traffic. The following categories have been used in this work:

- Short Sea Shipping Regular Lines
- Interoceanic Regular Lines
- Tramp services
- Cruises

The following sections describe in detail the methodology proposed for each of them.

2.1.1 Short Sea Shipping Regular Services

Regular lines are scheduled services that are repeated with a certain frequency and maintained during a significant period of time. Depending on the route of the line, they can be further classified into Short Sea Shipping (SSS) and Interoceanic or Deep Sea lines (further discussed in section 2.3.2). Short Sea Shipping lines have been defined by the European Commission as 'the movement of cargo and passengers by sea between ports situated in geographical Europe or between those ports and ports situated in non-European countries having a coastline on the enclosed seas bordering Europe' (European Comission, 1999). In this work, all the lines that fit into that definition and have a call in any of the five ports inside Sagunto's area of influence (Sagunto, Valencia, Castellón, Gandia and Denia) have been analysed. The following stages have been carried out in order to gather all the data required for this study

1. Identification of services.
   a. Links related to the ports under study
   b. Information from the services Automatic Identification System (AIS)
   c. Searching for information on websites of shipping companies, specialized websites ferry traffic, etc.
   d. Identification of vessels, shipping companies that operate and vessel owners through information of shipping agents
   e. Updated schedules obtained regularly from the shipping companies
2. Search for relevant information to characterize the vessels.

3. Standardization and validation of the information with key informants.

Using several sources of data, detailed information about characteristics of the lines (being the most important ones the service type, shipping companies that operate routes, number of calls, ports, distance between ports, frequency, seasonality, type of vessel used and the number of annual voyages) and characteristics of the ships covering those services. The latter information will be required not just for regular services but also for the other type of traffic and includes among others (the name of the ship, IMO identification, age of the ship, DWT, GT, capacity, power, service speed, type of engine and specific fuel consumption).

Every service actively working between Nov 2015 and May 2016 and having calls in the area of influence has been analysed resulting in 53 regular services and 123 ships. Considering the type of traffic, 37 out of the 53 services are operated with container vessels, 7 with Ro-pax vessels, 5 with car-carriers and 4 Ro-ro vessels. Considering the ports of the area of influence included in the calls of the services, 38 call at Valencia, 10 at Castellón, 6 at Sagunto and 3 at Denia

2.1.2 Interoceanic Regular Services

Interoceanic or deep sea shipping refers to the maritime transport of goods on intercontinental routes, crossing oceans; as opposed to short sea shipping over relatively short distances (Eurostat, 2015). The methodology employed in order to gather all the information required from this type of services is identical to that already explained in the previous section for short sea regular lines.

Similarly to the case of Short Sea Traffic described in the previous section, the lines actively working between Nov 2015 and May 2016 and having calls in the area of influence have been analysed resulting in 33 regular lines. Considering the type of traffic, 23 out of the 33 lines are operated with container vessels, 5 with car-carriers, 4 with Ro-ro vessels and 1 with a General cargo vessels Considering the ports of the area of influence included in the calls of the line, 27 call at Valencia, 6 at Sagunto and 1 at Castellón.

2.1.3 Tramp services

Tramp vessel services are defined on the Article 1(3)(a) of Council Regulation 4056/86 (European Comission, 1986) as '*…the transport of goods in bulk or in breakbulk in a vessel chartered wholly or partly to one or more shippers on the basis of a voyage or time charter or any other form of contract for non-regularly scheduled or non-advertised sailings where the freight rates are freely negotiated case by case in accordance with the conditions of supply and demand.'* In the shipping industry, tramp shipping is the transport of a single commodity filling a single ship, which is fixed by a shipbroker and performs a transport service in the terms of a contract (European Comission, 2006).

Due to the nature of Tramp traffic, the routes of tramp vessels are highly irregular and this fact may act as an obstacle for the adoption of LNG in this type of traffic. Considering that the LNG market as a bunker fuel is in its early stages form at most regions (except from the Baltic Sea), the availably of LNG is restricted to a limited number of ports in the World. It should be taken into account that the decision on

adopting LNG as a fuel for a vessel highly depends on the expected availability of LNG as a bunker fuel at the specific ports where the vessel call. Whereas liner traffic implies the vessels giving services repeatedly to a limited number of ports, for vessels sailing for tramp services is much more difficult to predict at which ports they call during a period. This fact will be a crucial factor on the decision of acquiring a LNG propelled vessel, and it is expected that vessels giving services to tramp traffic will only adopt LNG as a bunkering fuel when there exists a more mature LNG bunkering network.

However, some specific tramp vessels dedicate most (or even all) of its sailing time to a specific type of service, even though it is generally not possible to preschedule the exact dates when this service will take place. For this type of cases, it is possible to assume that the vessel gives service to a "pseudo-regular" line and can be characterized similarly to a regular line.

In this work, all the calls received at the Ports managed by the Port Authority of Valencia from 2005 to 2015 have been analysed in order to identify candidate vessels from tramp traffic. No data was available from the port of Castellón and, due to the characteristics of the Port of Denia, no LNG demand from tramp traffic is expected in this port.

Data available from the calls include the IMO of the vessel, its name, port of origin, port of destination, shipping company and the identification of the call as regular line or tramp traffic. Yearly frequency of a vessel has been analysed and the results show that most vessels operating tramp traffic call just once at the same port. The following Figure shows the number of tramp vessels per range of frequency for the year 2015.

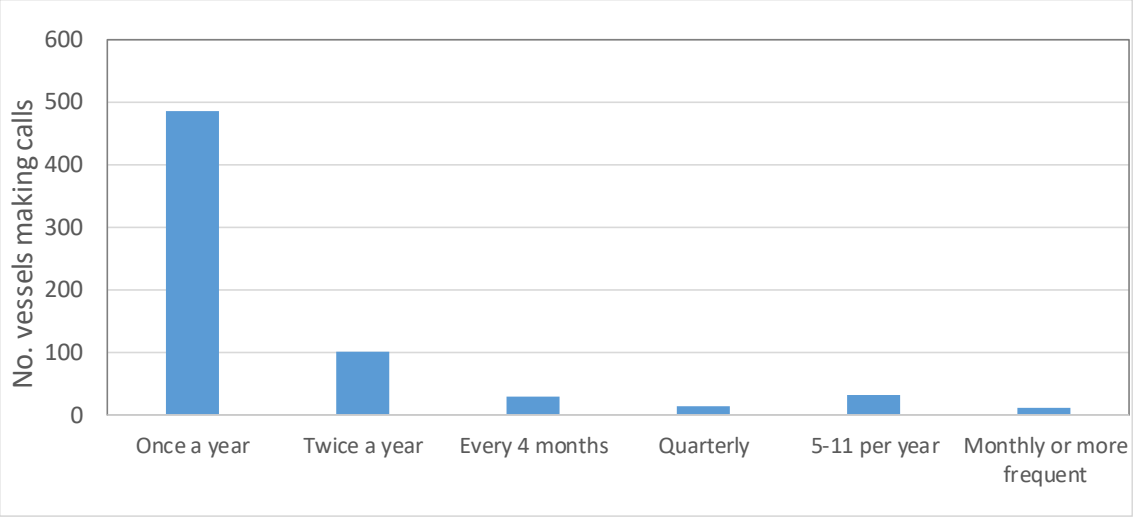


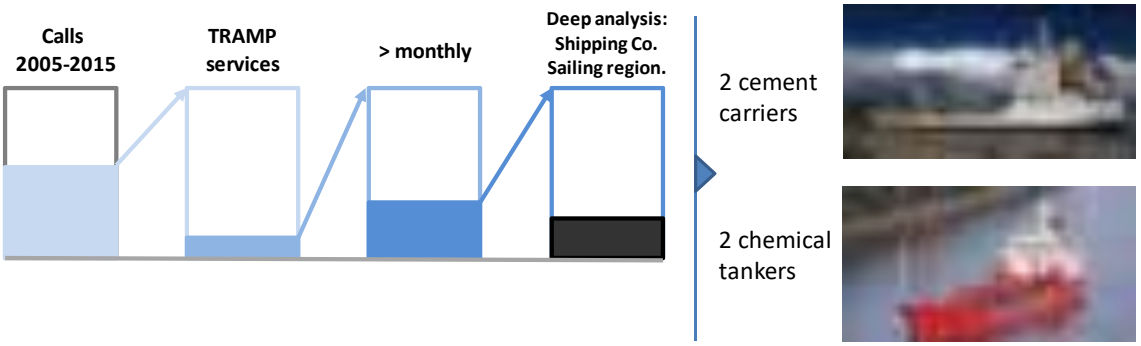
Figure 1. No. of vessels calling at Sagunto, Valencia and Gandia

As can be seen in the figure, a large majority of the vessel have just a single call during the analysed period. It has been assumed that only vessels calling at least monthly are appropriate candidates to be considered. Frequencies lower than that implies that most of their sailing time during a year is dedicated to services not calling at any of the ports of the area of influence. Such a vessel might be an appropriate

candidate depending on the region where it operates the rest of the year (e.g. a vessel navigating at the Baltic sea the rest of its sailing time). However, it has been considered that the LNG demand at the ports of the area of influence from those vessels will be low since its adoption to LNG mostly depends on the LNG availability at other ports. From a total of 668 vessels operating tramp traffic and having calls in the ports managed by the PAV, only 21 have been considered as adequate candidates. A deeper analysis has been carried out for the 21 candidates. The following aspects have been taken into account:

- Shipping company. It has been detected that, in some cases the same routes are covered by more than one similar vessel. For those cases, it has been analysed if all the services could be carried out by a single vessel.
- The percentage of sailing time operating on regions where LNG is expected to be available. The data has been obtained from the database Marine Traffic (MarineTraffic.com, 2016) from the period between 2013 to 2015. It has been considered that the regions that will have LNG availability in the next future will be the following: Mediterranean Sea, North and West Europe and North American coasts.
- The navigation time and the length of the average trip. The data available from the Valencia Port Authority includes the port of origin and the port of destination for all the calls made by a vessel. The port call sequence has been analysed in order to estimate the refuelling quantity, in the area of influence, according to the total navigation distance. In that sense, two different cases have been distinguished:
    - If the port of origin coincides with the previous call's port of destination, it can be assumed that the two trips are linked with no additional navigation distance between them.
    - If the port of origin does not coincide with the previous call's port of destination, then the distance between the two ports has been added in order to consider the additional relocation.

It has been found that only 4 pseudo-regular services have calls at the ports analysed and, consequently, only 4 tramp vessels are interesting candidates for using LNG as fuel. The following figure summarizes the methodology used in this work for the identification of pseudo-regular tramp traffic.



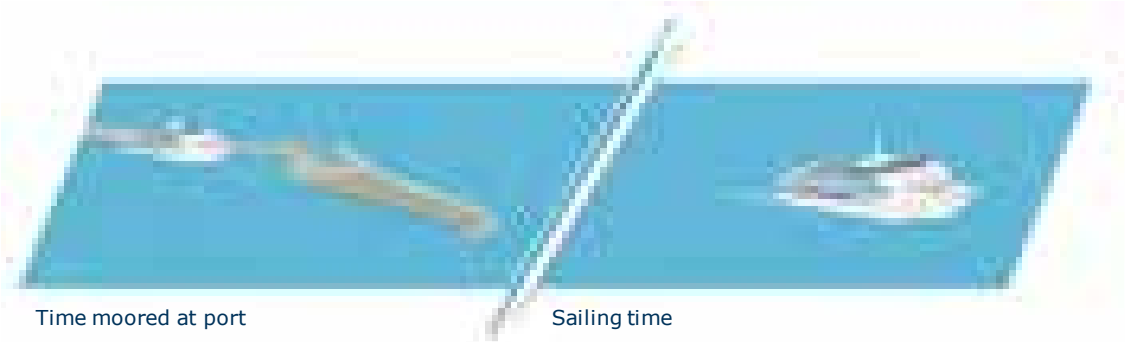
2.1.4 Cruises

Cruise traffic calls are less frequent than regular shipping lines in the ports under the area of interest. Their information can be found from the shipping companies as they

anticipate the calls around two years in advance. The initial stage in order to analyse this type of traffic is the detection of pseudo-regular lines using a methodology which combines past data from the Port Authority of Valencia in order to see the potential regularity of the calls and future data from shipping companies. From this analysis, it has been outcome that only three cruising companies offer schedules calling at the area of influence (in particular at the Port of Valencia) with a frequency high enough to be considered as candidates to request LNG bunkering services at those ports.

The most significant peculiarity of cruise traffic is the importance of the consumption when the cruise vessel is moored at port compared to the fuel consumption required during sailing. For non-cruise traffic it is possible to neglect the amount of fuel consumed at port without introducing large errors, due to the fact that the activity of the vessels at port is minimum. However, in the case of cruises ships the energy demanded at port is high, as many of the services offered by the ship will be required by a significant amount of passengers during their stay at ports. The two main factors that affect the fuel demand at port are the following:

- Amount of time moored at port during a call. The estimated time at each of the ports of a route has been obtained from the official schedules provided by the cruising companies.
- Energy requirements at port. A reasonable approximation can be obtained by defining the number of engines from the complete set of engines expected to be working at port. The set of engines include several groups of various engine designs (e.g. 2 engines model A, 2 engines model B and 1 engine model C). The following assumption have been taken:
    - The smallest engine of the set is used as support engine and, consequently, is generally not used either at port or during sailing.
    - All the engines, with the exemption of the support engine mentioned before, are used for sailing.
    - The rest of engines of the set are generally of considerable size and their power falls under the same order of magnitude. Only one of the sailing engines (the whole set with the exemption of the support engine) will be used at port.
    - The load factor of the group of engines employed at port during sailing is 85% and 80% when moored at port.



Time moored at port Sailing time

2.2. Marine fuels

Four different types of fuel have been considered in this work.

- Heavy Fuel Oil (HFO). This fuel is composed by the heavier fraction of petroleum and, as a consequence, shows the larger values of density, viscosity and sulphur content. The amount of sulphur is currently limited, according to the Annex VI of the MARPOL regulation, to a 3.5% in mass value. Resolution MEPC.280(70), adopted on 28 October 2016, confirmed as the effective date of implementation of the fuel oil standard in Regulation 14.1.3 of MARPOL Annex VI (limit of 0.5%) to be January 2020.
- Marine Diesel Oil (MDO). It is the type of fuel used in High Speed Crafts. Due to the restrictions established by Directive 2012/33/EU as regards to the sulphur content of marine fuels used in passenger vessels operating to and from EU ports, the amount of sulphur for this fuel has been assumed to be of 1.5 %. As in the case of HFO, its sulphur content will also be limited to 0.5% in mass from January 2020.
- Marine Gas Oil (MGO). It has been assumed that this fuel can be used in Emissions Control Areas, therefore having a limit of sulphur content of 0.1 %.
- Liquefied Natural Gas (LNG). Natural Gas is composed by methane (its main component, with values higher than 90%), a mixture of light hydrocarbons, CO_2 and N_2. Methane is the hydrocarbon with a higher H/C ratio[1], resulting in the lower CO_2 production per unit of energy release. In addition, LNG can be considered as a sulphur free fuel. LNG can be used in both pure gas or dual fuel engines. In the second case, probably the most commonly used in the near future, the source of ignition will be a pilot injection of MDO. For that reason, in this study the LNG composition has been assumed to be a mixture of 97% of LNG and 3% of MDO, leading to a concentration of sulphur of 0.045%

In this work, the only property of the fuels that has an effect on the results is the Net Calorific Value *(NCV)*.

Net Calorific Value. NCV, also commonly referred as Lower Heating Value (LHV), is the specific energy content of a fuel, measured in kJ/kg, considering that the water produced during combustion is released from the engine as steam

Table 1. NCV of the selected fuels

Fuel	*NCV* (kJ/kg)	Ref
HFO	40,000	(Eurostat statistical books, 2015)
MDO	42,700	(Kristensen, 2012), (International Energy Agency, 2004)
MGO	42,700	(Kristensen, 2012), (International Energy Agency, 2004)
LNG	49,000	(IMO Publications, 2013)

[1] The H/C is the ratio between the amount (measured in weight or in atoms) of hydrogen with respect to the amount of carbon in a hydrocarbon material. Methane has the largest H/C among all hydrocarbons (4 in molecular basis).

Specific fuel consumption for different fuels

As explained above, the values of Specific Fuel Consumption (SFC) provided by the manufacturer are referred usually to MDO, which is the fuel used as a reference fuel. In order to calculate the expected SFC when using another fuels, it has been assumed that the energy efficiency of the engine will be the same independently of the fuel employed. Using the definition of effective efficiency, the equation that allow its calculation has been obtained.

$$\eta_e = \frac{3600}{SFC_{Ref}(g/kWh)\cdot NCV_{Ref}(MJ/kg)} = \frac{3600}{SFC_{fuel}(g/kWh)\cdot NCV_{fuel}(MJ/kg)} \quad (1)$$

From the previous equivalence and isolating the value of SFC_{fuel}:

$$SFC_{fuel} = SFC_{Ref} \cdot \frac{NCV_{Ref}}{NCV_{fuel}} \quad (2)$$

Therefore, the Fuel Consumption of a ship has been calculated according to the following equation:

$$FC\left(\frac{tonnes}{day}\right) = SFC\left(\frac{g}{kWh}\right) * Engine\ power\ (kW) * \frac{24}{10^6} \quad (3)$$

An engine power correction of 85% has been defined, based on the assumption that vessels do not employ their total power during the whole voyage.

2.3. Financial feasibility of the use of LNG

2.3.1 Methodology

The feasibility of converting each of the vessels has been analysed from a financial point of view following the same methodology that was proposed in the COSTA project (Pérez García, et al., 2015). The necessary investments have been estimated together with the main international equipment manufacturers and the results contrasted with manufacturers, classification societies and different experts in this sector. The following technical alternatives are studied as feasible options that would allow to comply with environmental regulations:

- Installation of scrubbers to the existing vessel
- Retrofitting of the existing ship to be propelled with dual fuel LNG engines
- Newbuilding of a vessel using scrubbers
- Newbuilding of a vessel consuming fuel with low sulphur content
- Newbuilding of a LNG-fuelled vessel

The differences in operating costs and the necessary investments, as well as the potential savings in fuel consumption for each pair of alternative options have been estimated. The following figure summarizes briefly the methodology employed. A more detailed description of the methodology can be found elsewhere (Pérez García, et al., 2015).

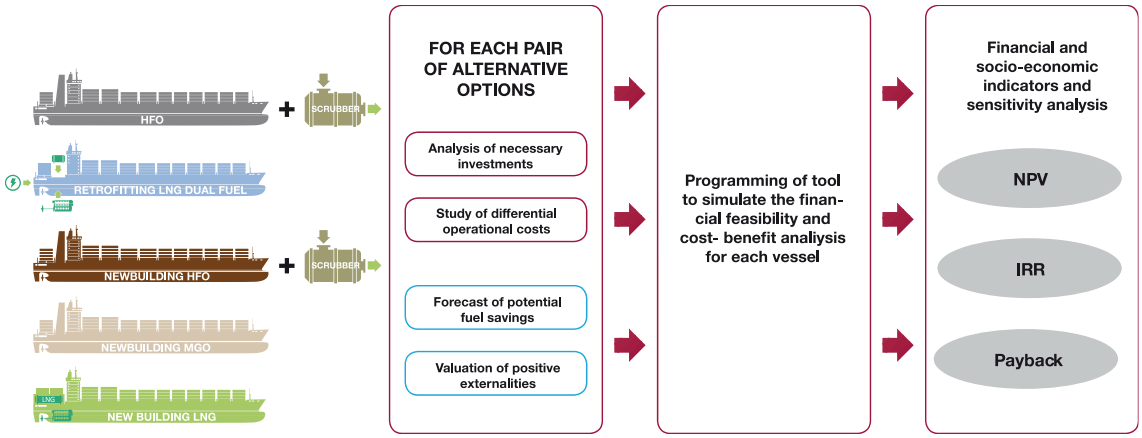


Figure 2. Methodology of the financial feasibility analysis

2.3.2 Cost investments assumptions

The different alternatives compliant with the oncoming environmental regulations have taken into account the following cost assumptions.

For existing vessels, two alternatives are feasible: retrofitting of the existing vessel with LNG dual engines or installing scrubbers. Using MGO as a fuel is considered the "do nothing alternative" that does not represent additional costs for the shipowner. The investment for the alternative with LNG engines includes the cost of the new LNG engines (or the modification in some cases), cost of the tanks, LNG subsystems, engineering and the downtime cost.

For the first option, it has been considered that the retrofitting of two-stroke engines is only feasible for electronic engines and that the existing auxiliary engines keep running on MGO. The main components of the investment include the engines, the LNG storage system and the piping and the electrical system. Some additional costs are also considered, such as the costs of engineering and certification which have been estimated as 7% of the equipment and also that the vessel has to be taken off hire for approximately 45-60 days. Furthermore, it has been considered that vessels older than 20 years will run on MGO as there is low residual value of the vessel and there is no interest in making significant investments in this kind of vessels.

For the second option, it has been considered that the scrubber only works with the main engines and one scrubber is installed every two engines. Following the same pattern than LNG retrofitting, the existing auxiliary engine will keep running on MGO. The installation and commissioning is assumed to be 50% of the equipment cost and the engineering and certification costs are the same than the previous case. Nonetheless, the vessel has to be taken off hire for a period between 20 and 40 days. Additionally, annual maintenance costs of using scrubbers (fuel consumption, soda, among others) have been included in the financial model.

In the case of newbuilding of a LNG vessel, the main engine power is given by design speed and the auxiliary engine power is calculated as 20% of it. The LNG tank(s) are also calculated considering an autonomy of 7 days for the vessel.

2.3.3 Scenarios

Following a scenario qualitative methodology, three different scenarios have been designed. This methodology has been used as a technique to understand the impact of risk and uncertainty as it constitutes a method to reflect about a complex and changing environment. However, considering the high uncertainty of the shipping market nowadays and the high sensitivity that present the results to the scenario variables, the optimistic and pessimistic scenarios must be considered as maximums and minimums. An extensive description of this methodology is explained also elsewhere (Pérez García, et al., 2015). The following table summarises the assumptions taken for each scenario.

Table 2. Variables of the different scenarios

	INPUT FACTOR IN THE PROGRAMME	BASELINE SCENARIO	OPTIMISTIC SCENARIO	PESSIMISTIC SCENARIO
Financial feasibility assumptions	HFO Price (€/tonne)	236	539	215
	MDO Price (€/tonne)	461	1,056	420
	MGO Price (€/tonne)	501	1,144	456
	LNG Price (€/tonne)	354	528	352
	Discount rate	12%	15%	10%
	Inflation rate	2%	3%	1%
	LNG – HFO Gap (% annual variation)	0,00%	0,50%	-0,50%
	LNG – MGO Gap (% annual variation)	0,00%	0,50%	-0,50%
Bunkering assumptions	c_i value for Spanish non-insular ports and insular ports with LNG import plant	Between 0.7 and 0.9	0.9	0.7
	Quantity of LNG of each pseudo-regular service (tramp services and cruises) to be bunkered in the ports of interest	50%	100%	0%

In order to estimate the potential LNG demand per port, a new methodology[2] has been developed at Fundación Valenciaport for regular shipping services (Deep Sea and Short Sea) which calculates the optimum amount of LNG to be bunkered in each port. The methodology incorporates the results of the financial feasibility study of the use of LNG which estimates the number of ships that will be running with LNG in the future. However, even though every ship having a positive result for the use of LNG (either through retrofitting or newbuilding) is a candidate to produce LNG demand in its calling ports, it does not necessarily mean that they will produce a demand on them. The demand will vary according to the port attractiveness (a_i) of every port in the route of each service. Consequently, each port is characterized by its own attractiveness factor which depends on the previous experience in bunkering other types of fuels (b_i) and its geographic proximity to LNG import plants (c_i):

$$a_i = w \cdot b_i + (1 - w) \cdot c_i$$

Where w is the weight for factor b_i and has been assumed to be the same for all ports and equal to 0.5. The c_i factor varies its value not only on the distance to the LNG import plants, it also depends on the scenario, as shown in the table above.

[2] Further information of this methodology is available under request.

In the case of tramp and cruise services, it is considered that some amount of the demand will be done in the ports of interest which depends on the scenario, as it is shown in the table above.

3. LNG demand

3.1. Short Sea Shipping Regular Services

In the case of Short Sea Shipping Services, the three scenarios have been calculated considering a temporal distribution of the amount of LNG bunkered per year. According to the results of the LNG financial feasibility study, by the year 2020, when the environmental regulations enter into force, 2 out of 123 ships of the fleet will have been old enough to be replaced by newbuildings with LNG dual fuel engines for the baseline scenario; for the pessimistic scenario, 2 ships will be LNG newbuildings; for the optimistic scenario, 65 out of 123 will have been LNG retrofitted and 7 will be LNG newbuildings. Therefore, these vessels will be demanding LNG at the ports of interest at the beginning of the period. Every year there will be vessels at the end of its lifespan (27 years as average) that will be substituted for newbuildings. Some of them might be running with LNG and consequently they will increment the LNG demand per port. The results are shown until the year 2050, the latest year for the financial feasibility study of the adaptation for LNG bunkering/small scale services in the regasification plant of Sagunto (section 4.3). As per the results of the LNG financial feasibility study, at the end of the period, 25 out of 123 ships will be newbuildings running with LNG for the baseline scenario, 9 for the pessimistic and the whole fleet for the optimistic. It is worth to notice that not every ship which has the use of LNG as the most feasible alternative involves a LNG demand in its calling ports, as it is explained previously in this document. In the following tables, these results are shown by scenarios and by port.

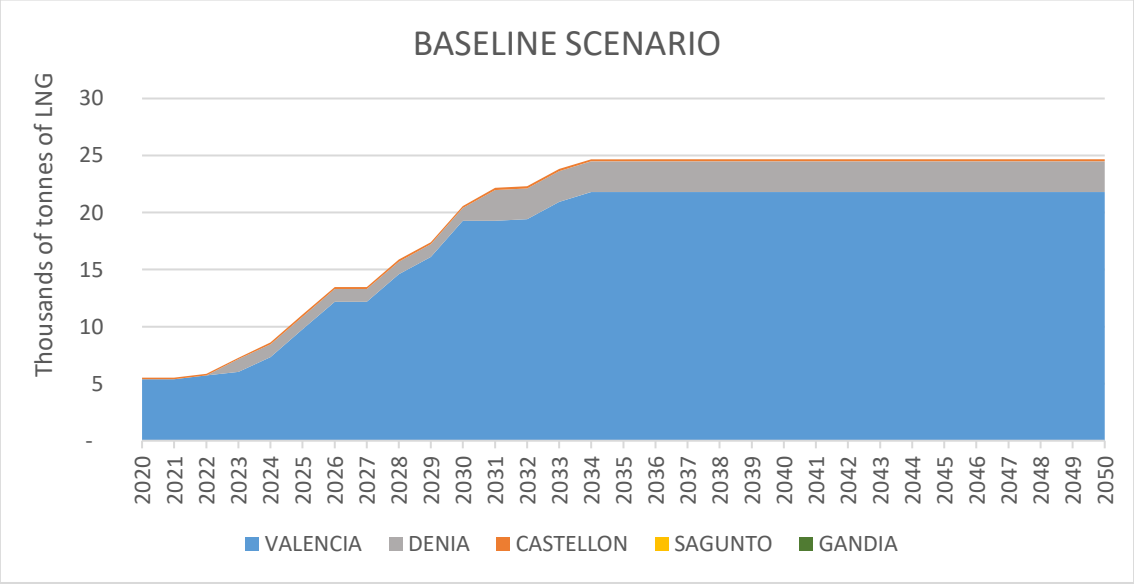


Figure 3. LNG demand per port and per year (Short Sea Shipping services - baseline scenario)

In the baseline scenario, by the year 2020, only the port of Valencia and the port of Castellon will have LNG demand, which will represent around 5,500 tonnes of LNG.

The port of Valencia will obtain the higher demand for the entire period. Denia will also have a noteworthy demand since the year 2023 while the demand of Castellon

will remain roughly steady for the whole period. By the end of the period, the demand of Valencia will be around 21,800 tonnes, the demand of Denia around 2,700 tonnes and the demand of Castellon around 200 tonnes. The ports of Gandia and Sagunto do not have any expected demand for the baseline scenario.

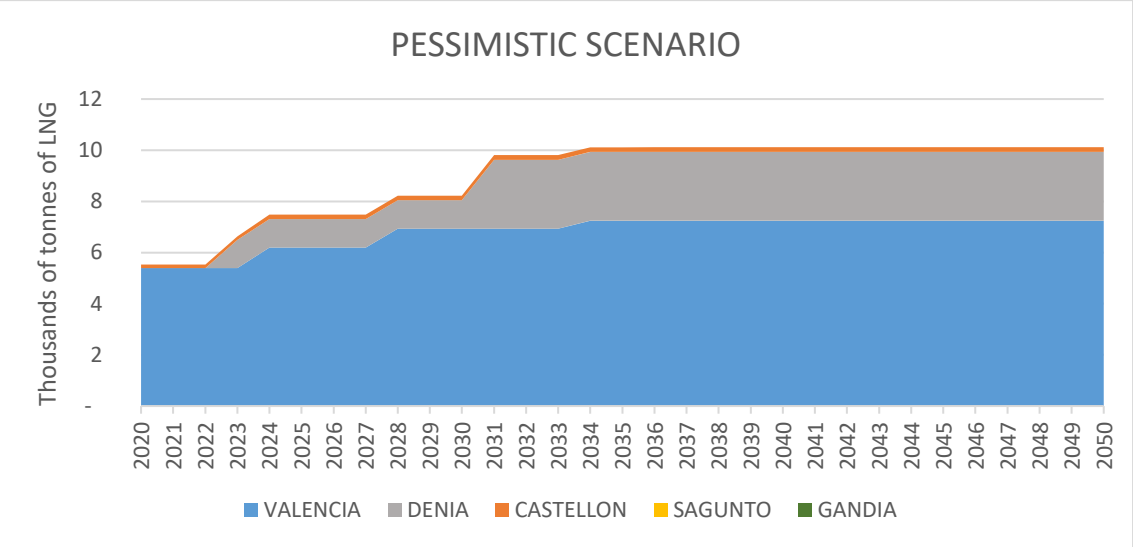


Figure 4. LNG demand per port and per year (Short Sea Shipping services - pessimistic scenario)

In the pessimistic scenario, the same ports than in the baseline scenario will be expecting a demand of LNG. The amount at the beginning of the period will remain the same (around 5,500 tonnes) whereas the total amount will be significantly lower by the end of the period. The port of Valencia will be the most affected by the rough conditions of this scenario but it will continue leading the demand with an amount at the end of the period of 7.200 tonnes. The port of Denia and Castellon will get the same demand than in the previous case.

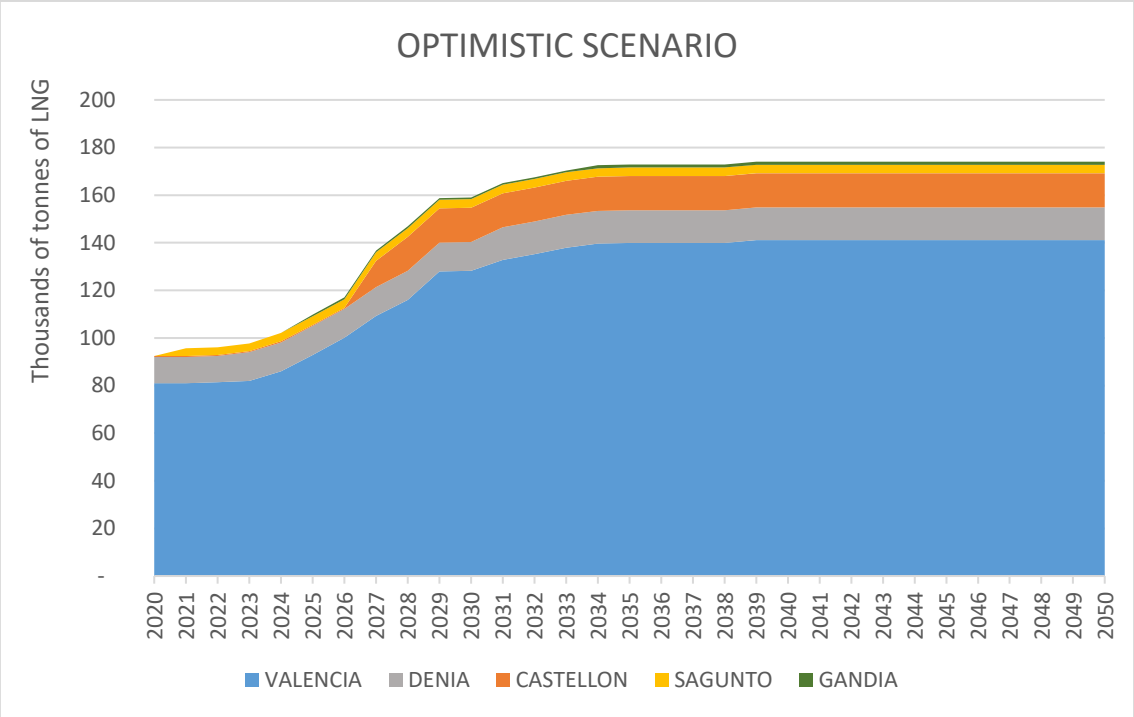


Figure 5. LNG demand per port and per year (Short Sea Shipping services - optimistic scenario)

Finally, in the context of the optimistic scenario, high demands of LNG will be expected and every port will need to provide LNG. The total amount demanded by the year 2020 will be around 92,400 tonnes, which will be gained by the ports of Valencia, Denia and Castellon. The port of Sagunto will start to provide LNG by the year 2021 with an amount of 3,000 tonnes and the port of Gandia by the year 2025 with an amount of 700 tonnes. Following the same pattern than the previous scenarios, the port of Valencia will get the highest amounts of LNG for the entire period. By the year 2050, the amount of LNG requested will be of 174,000 tonnes of LNG. The port of Valencia represents 81.1% of this demand, the port of Castellon 8.2%, the port of Denia 7.9%, the port of Sagunto 2.1% and the port of Gandia 0.7%.

3.2. Interoceanic Regular Services

The financial feasibility analysis for the Deep Sea Shipping Services have only resulted in LNG retrofitting or LNG newbuildings in the optimistic conditions. Therefore, there will only be LNG demand in this scenario. None of the vessels are supposed to be LNG retrofitted or to be replaced by newbuildings of LNG dual fuel ships in the baseline and the pessimistic scenarios. In the following table the demand generated by the ships is shown following the same standards than in the case of Short Sea Shipping Services: per year and per port.

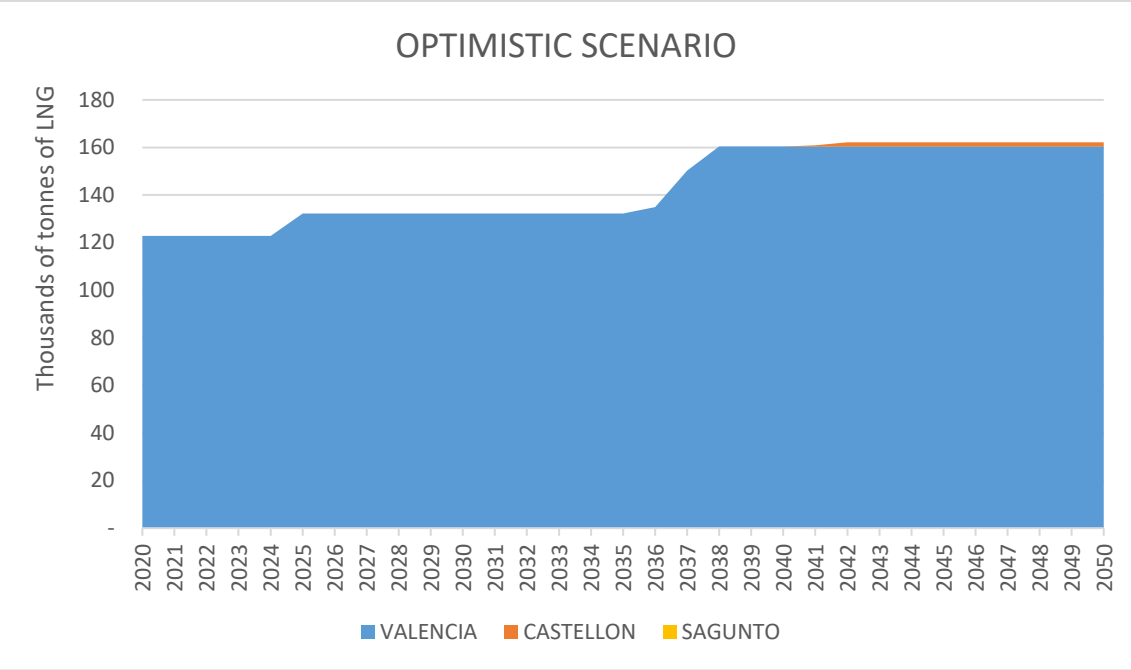


Figure 6. LNG demand per port and per year (Deep Sea Shipping Services - optimistic scenario)

As it is described in the section 2.1.2. of this document, the Interoceanic Shipping Services are not calling at the ports of Gandia and Denia and consequently these ports do not appear in the results. Under the results of the financial feasibility analysis of the use of LNG, by the year 2020, there are 24 out of 233 vessels under the area of study which are candidates to be LNG retrofitted and 2 LNG newbuildings; by the year 2050, 51 out of 233 vessels are able to be replaced by newbuildings with LNG dual fuel engines. The demand motivated by these candidate vessels will be around 123,000 tonnes at the beginning of the period. The port of Castellon will get a demand by the year 2041. Thus, at the end of the period the total demand produced by the Interoceanic Shipping Services will be around 162,000 tonnes in the most positive circumstances.

3.3. Tramp Services

The tramp services will incentivize a small demand, compared with the previous cases, in the baseline and optimistic scenarios and only at the port of Sagunto, where they are usually calling. According to the results of the financial feasibility study of the use of LNG, 2 out of 4 vessels are candidates to run with LNG as newbuildings in the baseline scenario. In the optimistic scenario, there is one candidate to be retrofitted and 2 to be replaced by LNG dual fuel newbuildings. Their demand is shown in the following figures.

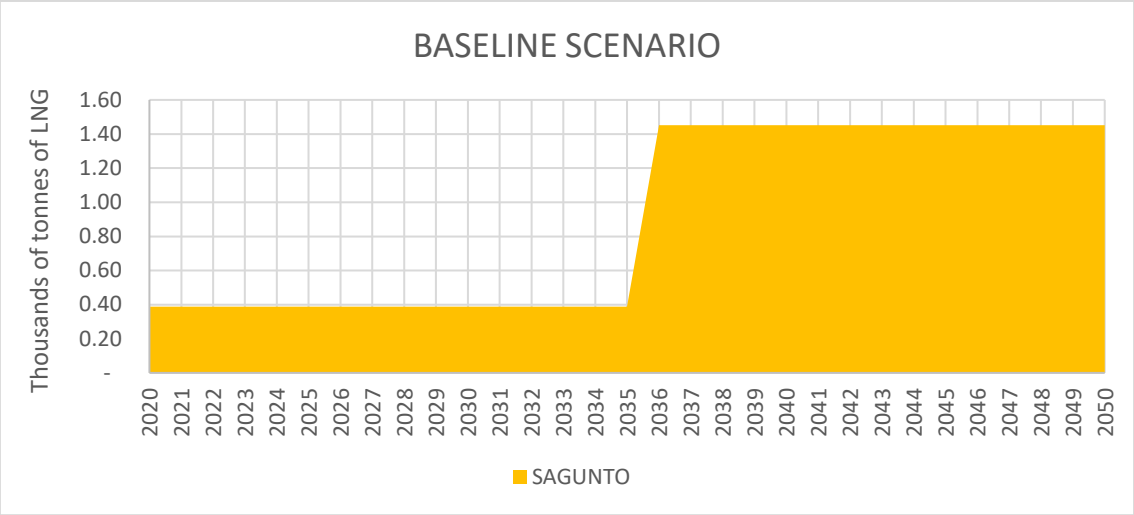


Figure 7. LNG demand per port and per year (Tramp services – baseline scenario)

The demand incentivized by tramp services in the baseline scenario will start by the year 2020 when the first LNG newbuildings enter the market having a total demand by the end of the period of 1,450 tonnes of LNG.

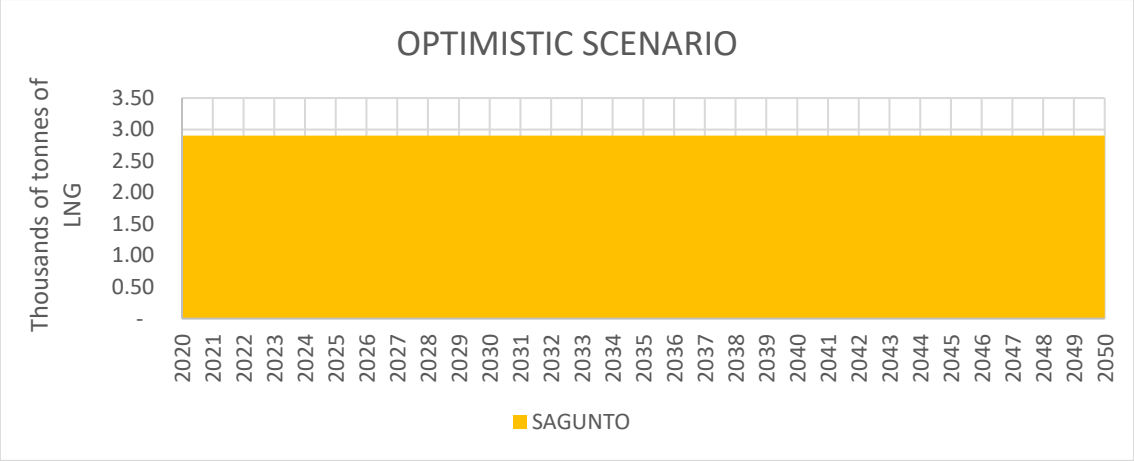


Figure 8. LNG demand per port and per year (Tramp Services - optimistic scenario)

In the optimistic environment the results are steady for the entire period resulting a demand since the year 2020 of 2,900 tonnes of LNG. This is caused by the age of the ships which make feasible the LNG retrofitting and the newbuilding options since the year 2020.

3.4. Cruises

The cruise services are just calling at Valencia among the ports of interest. Only under the circumstances of an optimistic scenario they will be motivating a demand starting from the year 2031 as it is presented in the following figure.

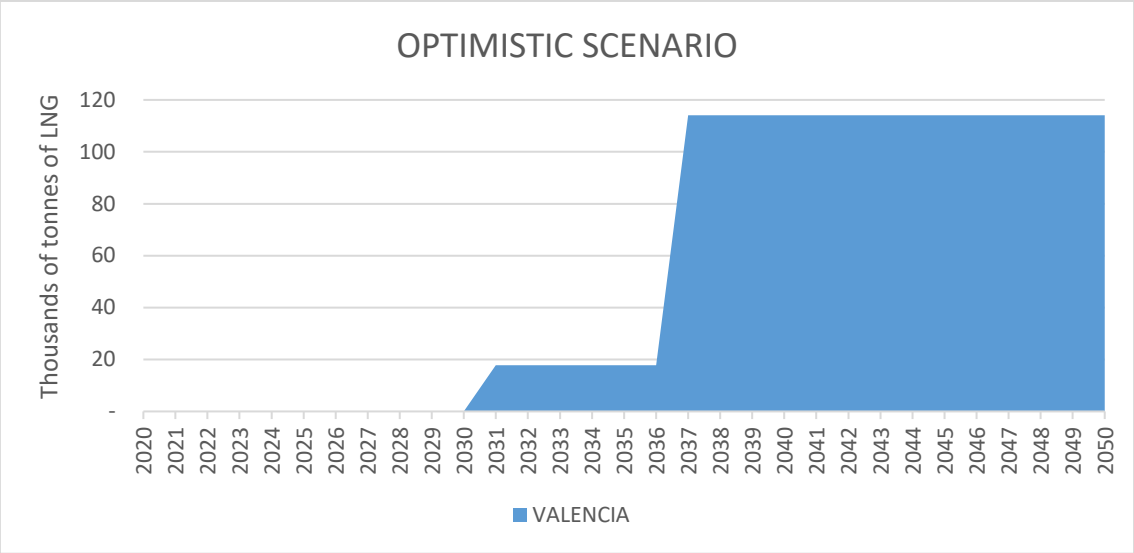


Figure 9. LNG demand per port and per year (Cruise Services - optimistic scenario)

The demand will begin with an amount of around 18,000 tonnes that will increase up to 114,000 tonnes until the end of the period.

3.5. Total Demand

In this section the results described in the previous sections are gathered together and summarized in the following figures. First they will be presented by type of traffic and by port and then a comparison of the total demand per scenarios will be displayed. To finish this part, the results will be shown as the number of operations per year need in the Saggás import plant.

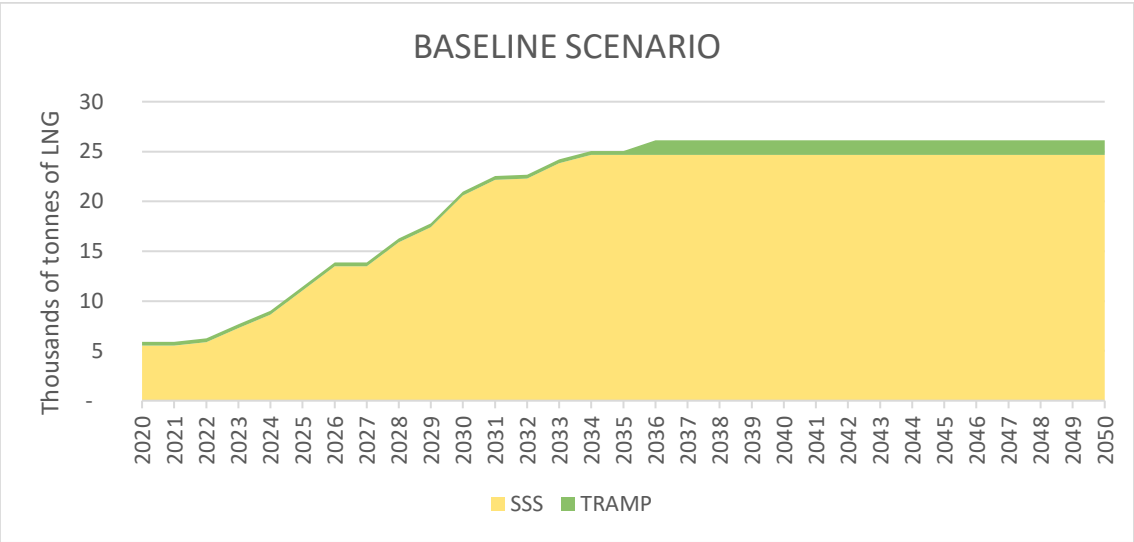


Figure 10. Total LNG demand per type of traffic and per year (baseline scenario)

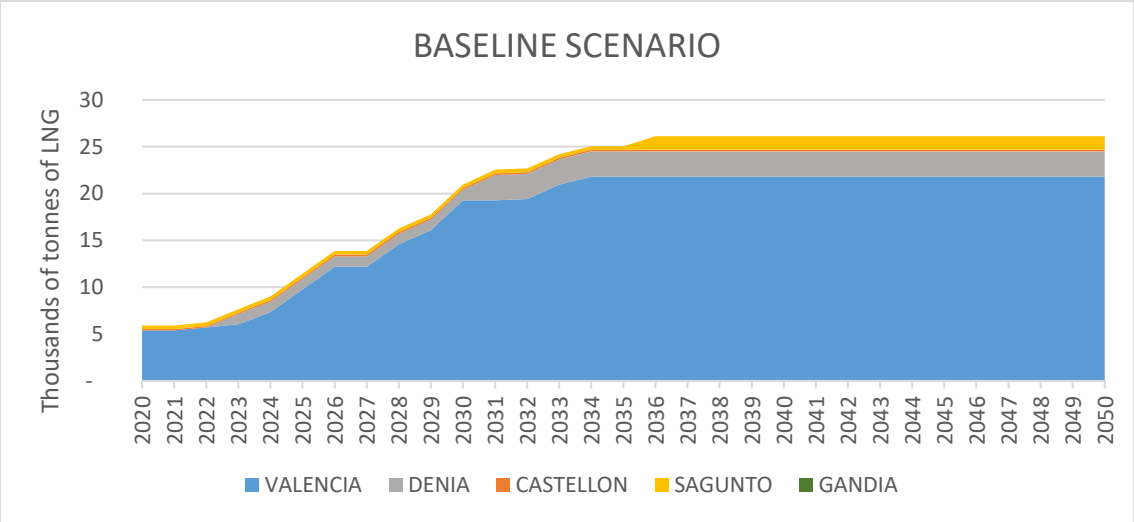


Figure 11. Total LNG demand per port and per year (baseline scenario)

In the baseline scenario, the total amount of LNG that will need to provide the ports under the area of study will be of 5,500 tonnes, when the environmental regulations enter into force, until 26,100 tonnes by the end of the period studied. As it is presented in the figures above, most of the demand will be generated by Short Sea Shipping Services in the port of Valencia. Also the tramp services are generating a small demand and the rest of the traffics will not stimulate any demand. Regarding to the ports of interest, all the ports will be expecting some demand except de port of Gandia.

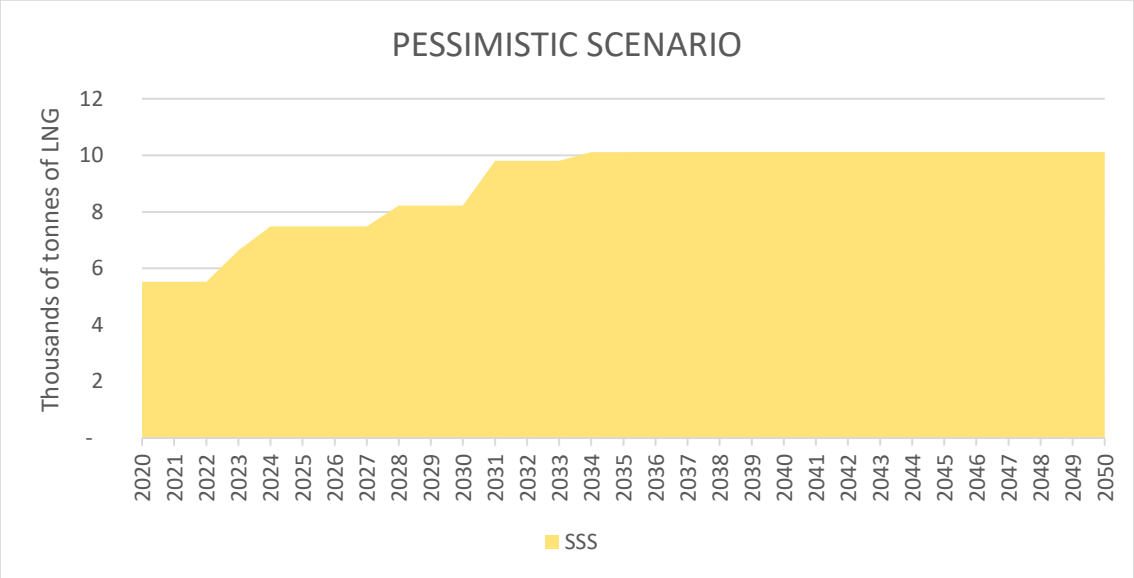


Figure 12. Total LNG demand per port and per year (baseline scenario)

In the pessimistic scenario the whole demand is caused by the Short Sea Shipping regular services, being 5,500 tonnes at the beginning of the period and 10,100 tonnes at the end. As it is shown in Figure 4, most of the demand will be gained in the port of Valencia, followed by the ports of Denia and Castellón. No demand is expected from the vessels calling at Gandia and Sagunto.

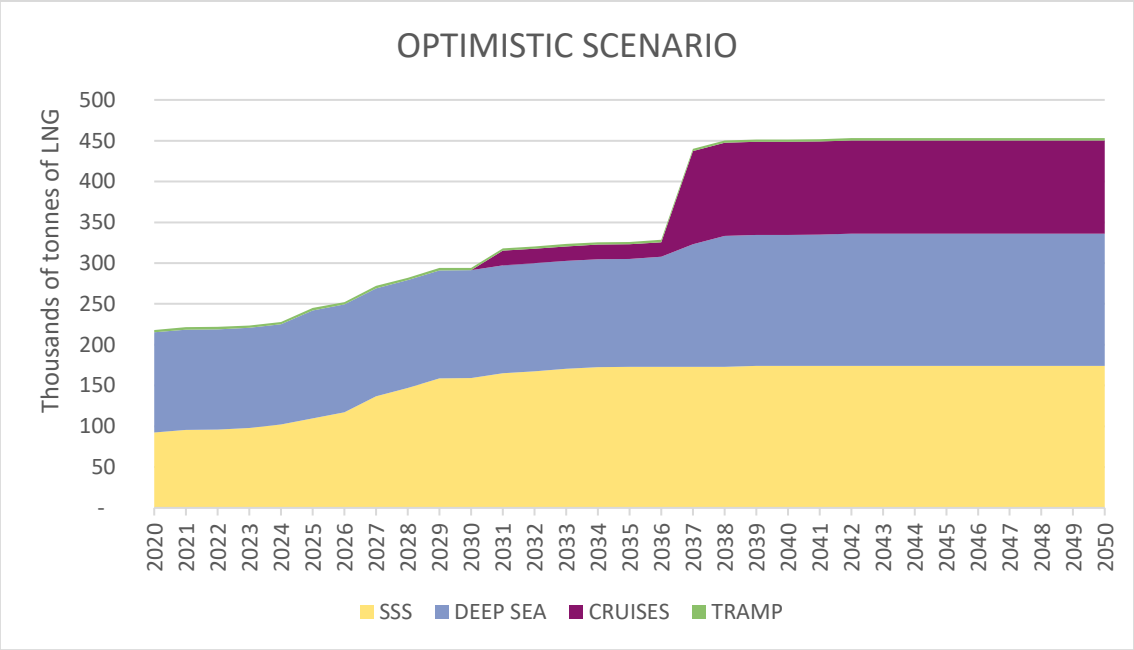


Figure 13. Total LNG demand per type of traffic and per year (optimistic scenario)

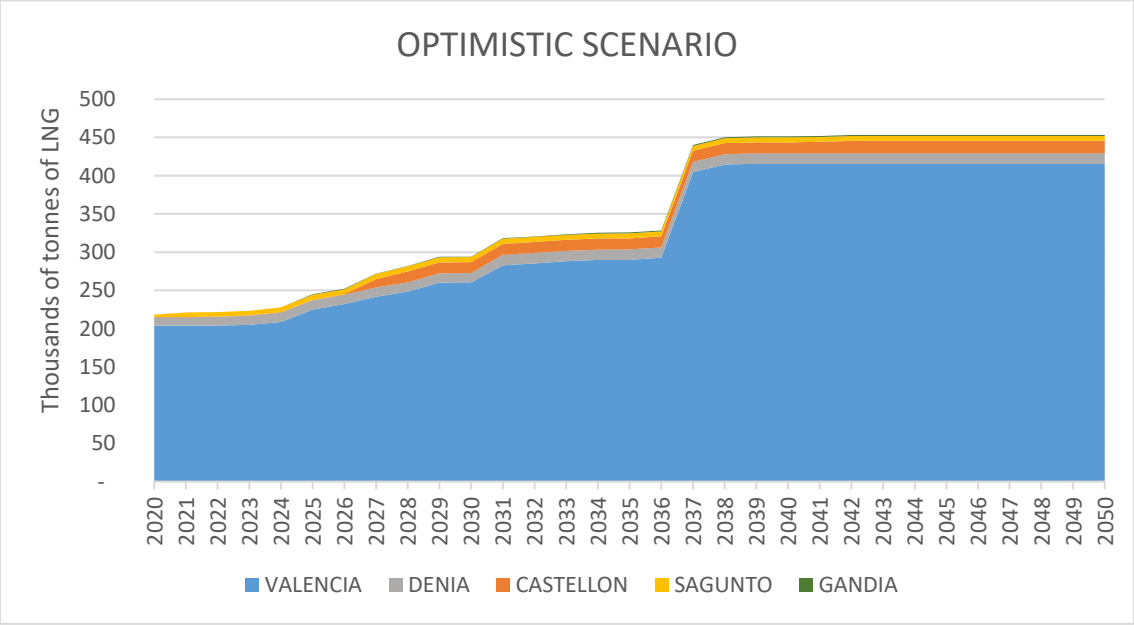


Figure 14. Total LNG demand per port and per year (optimistic scenario)

In the optimistic scenario, the total amount of LNG expected at the beginning of the period will be around 217,000 tonnes, rising until 453,000 tonnes by the year 2050. During the first two thirds of the period, this demand will be mainly motivated by regular services (SSS and Deep Sea). The last third, the cruise services will also increment the demand. Nearly 91% of the total demand will be generated in the port of Valencia during the whole period. The other ports will increasingly increment the demand, which will turn out in a 3.5% at the port of Castellon, 3% at Denia, 1.4% at Sagunto and 0.3% at Gandia.

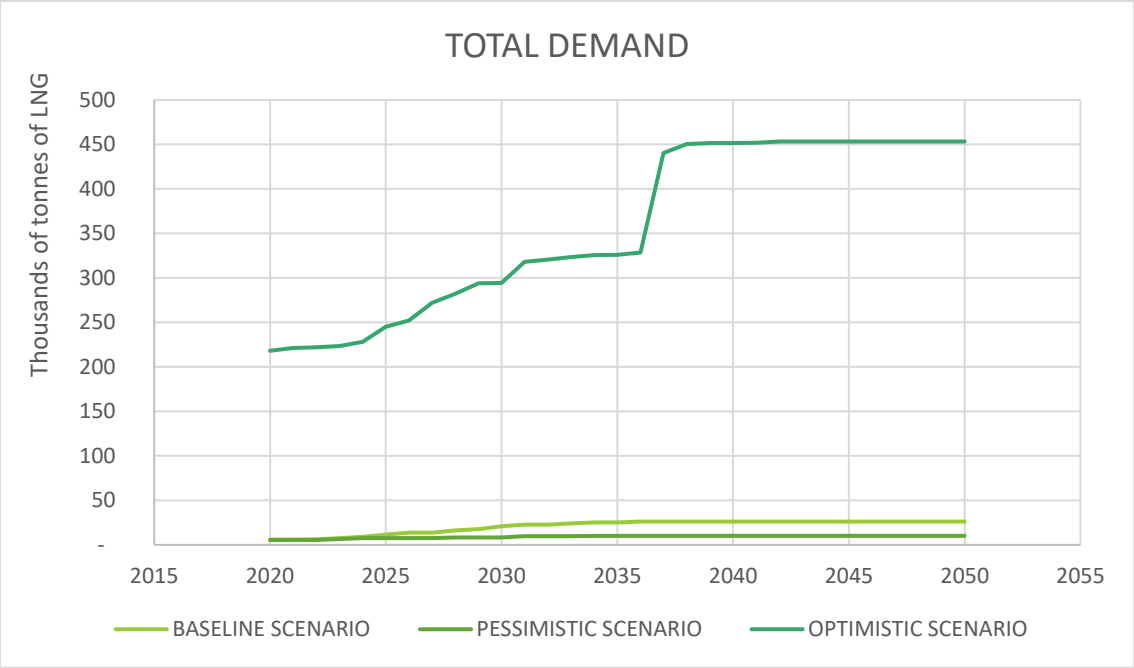


Figure 15. Total LNG demand per scenarios

In this figure a comparison between the three scenarios is presented. Nowadays we encounter a situation which is close to the pessimistic conditions, where there are low prices and thus the results of the baseline and the pessimistic scenarios are close. The scenario with optimistic conditions, due to the high sensitivity of the shipping market to small changes, it is considered as an upper threshold. As explained before, the probability for this scenario to occur is very low, due to the high uncertainty of the market.

The total demand can also be measured in terms of number of operations. That depends on the capacity of the barges that can be used in Saggás. There are three types of barges to be considered. The smallest type (600 m^3) (Expansión, 2017) is being developed under the subactivity EPA2 of this project and the other two models already exist in the market: 5,000 m^3 (Engie, 2017) and 7,500 m^3 (Anthony Veder, 2017). Therefore, considering a LNG density of 0.45 t/m^3, the potential demand measured in terms of barges is shown in the following table and figures (demand per year):

		SCENARIO					
		BASELINE		PESSIMISTIC		OPTIMISTIC	
	Year	2020	2050	2020	2050	2020	2050
Capacity of the barge (m^3)	600	22	97	21	38	808	1679
	5,000	3	12	3	5	97	202
	7,500	2	8	2	3	65	135

Table 3. No. of operations to supply the LNG expected demand

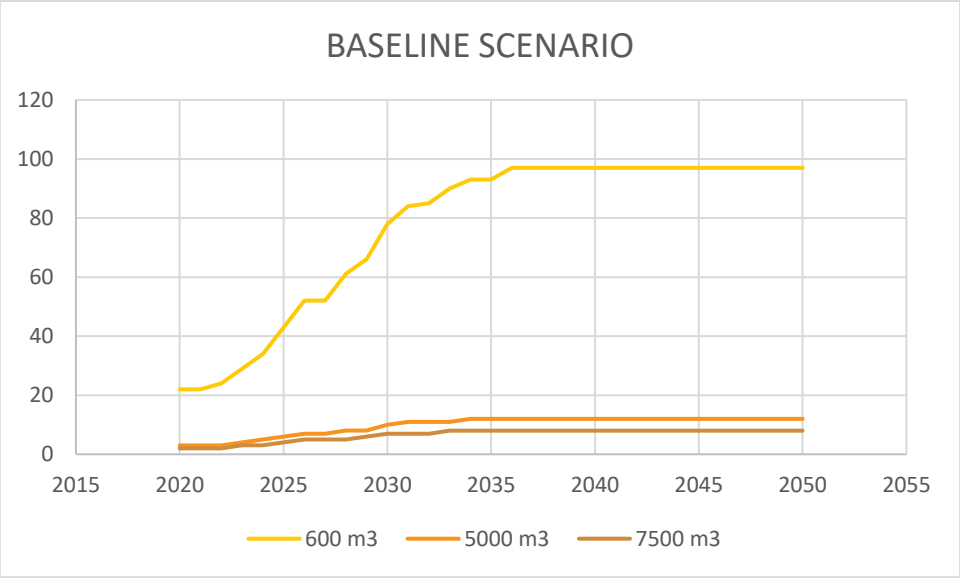


Figure 16. No. of operations per year to supply the LNG expect demand according to the size of the barge (Baseline scenario)

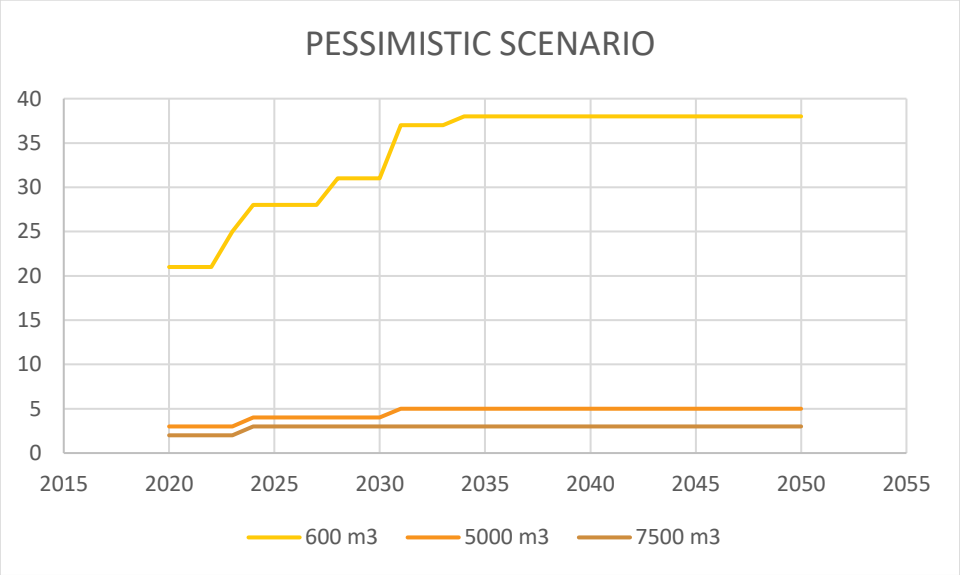


Figure 17. No. of operations per year to supply the LNG expect demand according to the size of the barge (Pessimistic scenario)

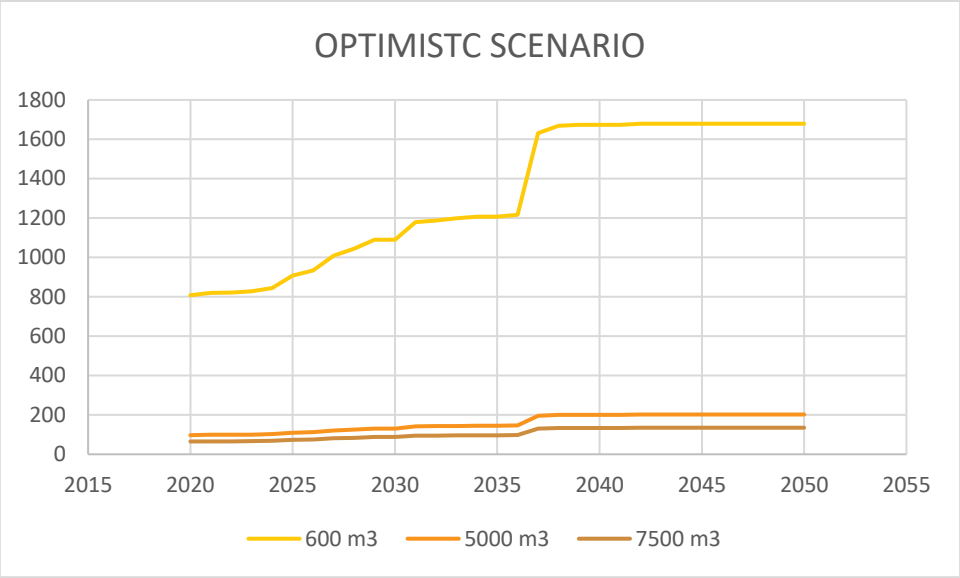


Figure 18. No. of operations per year to supply the LNG expect demand according to the size of the barge (Optimistic scenario)

4. Financial Feasibility Analysis of the adaptation of the bunkering station

4.1. Methodology

The methodology used in the financial analysis of the adaptation of the bunkering station in Sagunto follows the basic principles outlined in the Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects by the Evaluation Unit of the European Commission Directorate General of Regional Policy (European Comission, 2015). In particular, the financial analysis methodology used in this guide is the Discounted Cash Flow (DCF) method, where the following rules should be adopted:

- Only cash inflows and outflows are considered in the analysis
- The financial analysis has been carried out from the point of view of the infrastructure owner
- An appropriate Financial Discount Rate (FDR) is adopted in order to calculate the present value of the future cash flows
- Project cash-flow forecasts should cover a period appropriate to the project's economically useful life and its likely long term impacts
- The analysis should be carried out net of Value Added Tax (VAT), both cost and revenues
- Direct taxes are not considered for the calculation of the financial profitability

The project overall financial performance has been measured by the appropriate financial performance indicators: Financial Net Present Value (FNPV) and the Financial Rate of Return (FRR), expressed in monetary values, has been obtained in order to measure the effects of the intervention. These indicators have been calculated after the determination of the investment costs, operating costs and revenues. The financial net present value of investment and the financial rate of return of the investment compare investment costs to net revenues and measure the extent to which the project net revenues are able to repay the investment, regardless of the sources or methods of financing.

The Financial Net Present Value on investment is defined as the sum that results when the expected investment and operating costs of the project (discounted) are deducted from the discounted value of the expected revenues:

The financial rate of return on investment is defined as the discount rate that produces a zero FNPV, i.e. FRR is given by the solution of the following equation:

The FNPV is expressed in money terms (EUR), and must be related to the scale of the project. The FRR is a pure number, and is scale-invariant. Mainly, the examiner

uses the FRR in order to judge the future performance of the investment in comparison to other projects, or to a benchmark required rate of return. The return on investment is calculated considering:

- (incremental) investment costs and operating costs as outflows;
- (incremental) revenues and residual value as inflows.

Thus, cost of financing is not included in the calculation of the performance of the investment. Moreover, as mentioned above, capital, income or other direct taxes are not considered for the calculation of the financial profitability.

4.2. Hypothesis

4.2.1 Bunkering barges

Three different capacities of the bunkering barge have been considered, as shown in section 3.5: 600 m^3 ("Oizmendi" formerly "Monte Arucas"), 5,000 m^3 ("ENGIE Zeebrugge") and 7,500 m^3 ("Coral Methane"). These ships are shown in the following pictures.

Figure 19. Oizmendi (formerly Monte Arucas). Source: (Expansión, 2017)

Figure 20. ENGIE Zeebrugge. Source: (Engie, 2017)

Figure 21. Coral Methane. Source: (Anthony Veder, 2017)

4.2.2 Investment

Engineering costs

The detailed engineering cost of the berth modification is **65,000 €** and the detailed engineering cost of the pipelines and equipment is assumed at **200,000 €.**

Civil Works

The fender and the mooring systems already existing at the Saggás import plant are not able to receive the barges under study. The costs of the modifications proposed are explained as follows.

Fender system

New fenders will be added between the existing ones as the space between the existing fenders is too long and does not fulfil ROM 2.0-11 recommendations for small bunkering barges. Two new fenders between existing fenders 3-4 and 4-5 would make SAGGAS facilities compatible to the smallest of the barges considered (Monte Arucas). The existing fenders are numbered as the following figure shows.

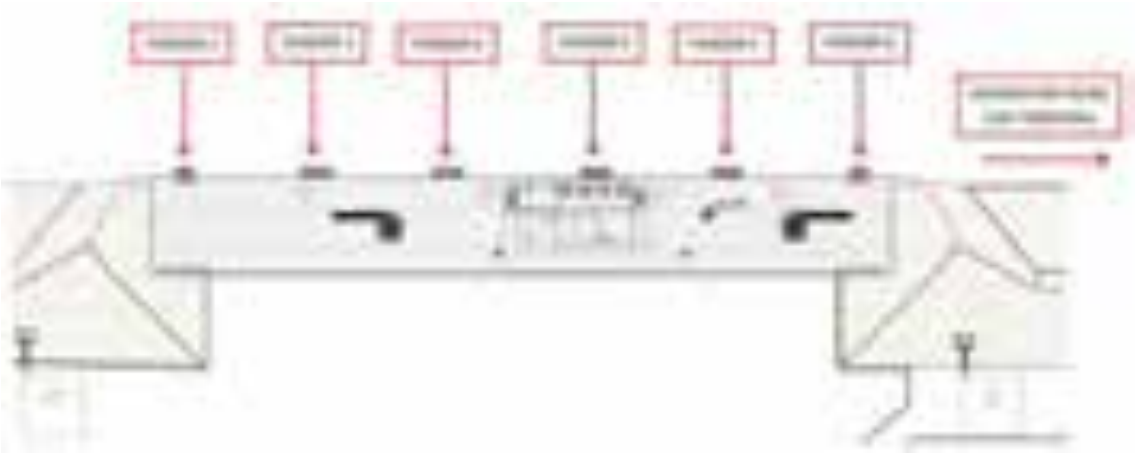


Figure 22. Fenders at the LNG existing terminal

With the proposed changes, barges larger than 2,000 m^3 are compatible regarding contact between their parallel bodies and the fender system, so no additional changes will be necessary for either the Engie Zeebrugge or the Coral Methane. In order to make also Monte Arucas compatible, because of its particular parallel body, fenders 4 and 5 could be rotated 90º so that the surface in contact is increased and therefore enough to reach the minimum required.

Mooring system

In order to achieve a proper mooring configuration for the LNG carriers of the design fleet, new mooring points should be considered. It would be desirable to design two new double quick release hooks for the spring lines and two other double quick release hooks for the head/stern lines. The orientation of the new equipment will be carried out according to the specific requirements of the vessels.

The total cost of the berth modification is **205,000€**.

LNG systems

The installation ranges from the connecting flanges of future ship loading hoses (excluding these), to the connection with the LNG and gas return manifolds of the installation linking the methane tanker unloading arms with the regasification plant. The control part and the connections to the ESD safe shutdown system of the terminal are also covered. The facility consists mainly of separate installation lines: LNG loading line for ships, ship's gas return line and recirculation line for cooling of the main loading pipe.

The total investment budget for the LNG systems is **1,837,692.31 €**, as detailed in the table below.

Table 4. Total investment budget of LNG systems

Pipelines			20,694.05 €
Supports			40,250.00 €
Valves			270,586.00 €
Flowmeter			102,170.00 €
Hot-Taps			26,300.00 €
Insulation			62,282.55 €
Instrumentation and control			28,400.00 €
Spill containment tray			14,770.00 €
Fire protection elements			340.00 €
Bunkering system			777,383.00 €
Scaffolding and hoisting equipment			6,000.00 €
Quality control			6,000.00 €
Regulatory testing			4,500.00 €
Basic Health and Safety Study			42,051.82 €
Access Gangway			142,551.83 €
		TOTAL BUDGET MATERIAL EXECUTION	**1,544,279.25 €**
	13%	General Expenses	200,756.30 €
	6%	Industrial Benefit	92,656.76 €
		TOTAL INVESTMENT BUDGET	**1,837,692.31 €**

Total investment cost

The **total investment cost** including the detailed engineering costs (65,000 € + 200,000€), the civil works (205,000€) and the LNG systems (1,837,692.31 €) plus 15% of supervision and 15% of incidentals is **3,000,000.00 €**, as it is listed in the table below.

Table 5. Total investment cost

Detailed Engineering LNG systems			200,000.00 €
LNG systems			1,837,692.31 €
Detailed Engineering Berth Modification			65,000.00 €
Civil works Berth Modification			205,000.00 €
		SUBTOTAL	**2,307,692.31 €**
	15%	Supervision	346,153.85 €
	15%	Incidentals	346,153.85 €
		TOTAL INVESTMENT COST	**3,000,000.00 €**

4.2.3 Operational costs

Two primary pumps will be required and two hoses are used as the loading method to the barge, a loading hose and a boil off hose. The flow rate of the loading hose is assumed at 771 m^3/h, therefore the total loading time for the three different barges will be 50 min for Oizmendi, 6h 30min for ENGIE Zeebrugge and 9h 50min for Coral Methane. Additional time is needed for the complete load in order to cool the

installation (pumping) (1h) and to sweep the installation with nitrogen (30min). Thus, the total loading time for the Oizmendi is 2h 20min, 8h for the ENGIE Zeebrugge and 11h 20min for the Coral Methane.

The following personnel costs are considered:

Shift manager	41.84 €/h
Process operator	29.77 €/h
Maintenance operator	29.23 €/h
Armed berth guard (min 5h)	17.59 €/h
Unarmed berth guard (min 5h)	15.58 €/h

The total cost for the shift manager and the process operator is 164.7 € for the Oizmendi, 572.88 € for the Engie Zeebrugge and 809.19 € for the Coral Methane. The total cost for the berth surveillance is 165.85 € for the Oizmendi (a minimum of 5h are invoiced for the armed and unarmed guards), 265.36€ for the Engie Zeebrugge and 398.04 € for the Coral Methane (12 hours of total surveillance).

The nominal power of the two primary bombs is 250 kW and the electricity cost is 0,0804 €/kWh. These turn into 72.36 € for the Oizmendi (1.8h), 301.50 € for the ENGIE Zeebrugge (7.5h) and 434.16 € for the Coral Methane (10.8h). The maintenance cost of one bomb (every 12,000 h) is 38,420 € and it takes 50 h of a maintenance operator which turns into a total cost per load of 11.99 € for the smallest barge, 49.95 € for the medium and 71.93 € for the biggest.

The cost of a cryogenic composite hose (8'' x 15 m) with fixed and rotating flange ASA 300 in stainless steel and viton seals every 1,000 loads is 8,722.86 €. It has to be substituted every 1,000 vessels and in order to do so 2 hours of 2 maintenance operators are needed (2x2x29.23 €=116.92 €), that means 8.84 € per load.

Considering all the costs previously mentioned, the total cost per load will be 423.74 € for the Oizmendi, 1,198.53 € for the ENGIE Zeebrugge and 1,722.16 € for the Coral Methane.

Figure 23. Reception of Natural Gas at Saggás Installations. Source: Saggás

4.2.4 Incomes

The variable incomes are 0.000194 €/kWh (order ETU/1283/2017). Thus, for the barge of 600 m^3, 794.71 € are expected per load; 6,622.56 € for the barge of 5,000 m^3 and 9,933.85 € for the barge of 7,500€.

There is no fixed income per operation due to the lack of legislation.

4.2.5 Operational life

The lifespan of the installation is assumed to be 20 years.

4.3. Results

4.3.1 Main results

In the following table the results of the financial feasibility study are shown, according to the costs and incomes previously explained. The project is feasible when the Internal Rate of Return (IRR) is greater than zero. For the baseline scenario, the project is not feasible even though the results improve when larger barges are considered. In the optimistic scenario the installation is feasible and the pay-back will be reached sooner for larger barges. In the case of the most pessimistic conditions, the results are similar to the baseline scenario. The same conclusions are obtained if the Net Present Value (NPV) is analysed.

Table 6. Financial feasibility results

	Baseline - 600 m3	Baseline - 5000 m3	Baseline - 7500 m3
NPV (Euros)	-2,524,850.87 €	-2,342,844.68 €	-2,333,971.67 €
IRR (%)	-10%	-6%	-6%
Pay-back year	-	-	-
	Optimistic - 600 m3	**Optimistic - 5000 m3**	**Optimistic - 7500 m3**
NPV (Euros)	1,073,173.18 €	3,960,828.54 €	4,037,842.44 €
IRR (%)	15%	27%	27%
Pay-back year	Year 15	Year 7	Year 7
	Pessimistic - 600m3	**Pessimistic - 5000 m3**	**Pessimistic - 7500 m3**
NPV (Euros)	-2,619,563.75 €	-2,513,626.58 €	-2,509,158.72 €
IRR (%)	-15%	-11%	-12%
Pay-back year	-	-	-

4.3.2 Sensitivity analysis

Operational life

Due to the high uncertainty of the shipping and LNG market, a discrete sensitive analysis has been carried out. First, it has been considered that the operational life of the installation would be 30 instead of 20 years.

In this case, the results improve but still the installation is not feasible for the baseline and the pessimistic scenarios. In the case of the most optimistic conditions, there is a slightly improvement of the results.

Table 7. Financial feasibility results – operational life sensitivity analysis

	Baseline - 600 m3	Baseline - 5000 m3	Baseline - 7500 m3
NPV (Euros)	-2,476,523.03 €	-2,261,881.72 €	-2,255,970.47 €
IRR (%)	-4%	-2%	-2%
Pay-back year	-	-	-
	Optimistic - 600 m3	**Optimistic - 5000 m3**	**Optimistic - 7500 m3**
NPV (Euros)	1,917,558.15 €	5,439,232.80 €	5,529,479.16 €
IRR (%)	16%	27%	27%
Pay-back year	Year 15	Year 7	Year 7
	Pessimistic - 600m3	**Pessimistic - 5000 m3**	**Pessimistic - 7500 m3**
NPV (Euros)	-2,048,743.92 €	-2,027,779.40 €	-2,026,107.24 €
IRR (%)	-8%	-6%	-7%
Pay-back year	-	-	-

Incomes

In this second case, the incomes (fixed + variable) have been taken as variables of the analysis in order to estimate the total income needed in the Saggás import plant to have feasible results.

It has been considered that the installation is feasible when the IRR is equal to the discount rate (10%). Additionally, in order to guarantee the risk and uncertainty of the shipping and LNG market, a second case has been analysed, where the IRR is 2.5 greater than the discount rate (12.5%). Thus, in this second case, the incomes will be higher.

In the following table the results of this sensitivity analysis are presented. In the case of the barge Oizmendi (600 m^3), for the baseline scenario of the LNG demand analysis, a total income of 5,391.64 € is needed to have feasible investments and 6,642.36 € to guarantee the uncertainty of the market. The results are lower for the optimistic scenario: 688.52 € (IRR 10%) and 743.22 € (IRR 12.5%) and higher for the pessimistic scenario: 9,797.21 € (IRR 10%) and 11,695.28 € (IRR 12.5%).

When a larger barge is considered, the number of operations per year is lower and thus, the total income per operation needs to be higher.

Table 8. Financial feasibility results – incomes sensitivity analysis

Sensitivity analysis - 600 m3		
Profitability	IRR = 10%	IRR = 12.5%
Current income (Euros / operation)	794.71 €	794.71 €
Total Income (Euros / operation)		
Base Scenario (Euros / operation)	5,391.64 €	6,642.36 €
Optimistic Scenario (Euros / operation)	688.52 €	743.22 €
Pessimistic Scenario (Euros / operation)	9,797.21 €	11,695.28 €

Sensitivity analysis – 5,000 m3		
Profitability	IRR = 10%	IRR = 12.5%
Current income (Euros / operation)	6,622.56 €	6,622.56 €
Total Income (Euros / operation)		
Base Scenario (Euros / operation)	39,445.80 €	48,955.30 €
Optimistic Scenario (Euros / operation)	3,409.46 €	3,860.30 €
Pessimistic Scenario (Euros / operation)	70,297.46 €	84,084.45 €

Sensitivity analysis – 7,500 m3		
Profitability	IRR = 10%	IRR = 12.5%
Current income (Euros / operation)	9,933.85 €	9,933.85 €
Total Income (Euros / operation)		
Base Scenario (Euros / operation)	58,321.92 €	72,358.51 €
Optimistic Scenario (Euros / operation)	5,031.02 €	5,706.13 €
Pessimistic Scenario (Euros / operation)	104,225.42 €	123,836.91 €

Funding gap

A third sensitivity analysis has been performed to consider the co-funding requirements for the financial feasibility of the project. Due to the nature of the actions involved, the Connecting Europe Facility (CEF) programme is the most adequate for this purpose, specifically the Blending Calls. As a consequence, the calculations have been made according to methodology proposed in the guidelines of this programme, specifically in the section *6.1.2.1. Funding gap* of the *2017 CEF Transport Blending Call for Proposals* (European Comission, 2017). The following figure represents schematically the methodology proposed.

Figure 24. Calculation process of the funding gap. Source: (European Comission, 2017)

As it can be seen, for revenue generating projects, after calculating the funding gap, the co-funding rate is modulated as the minimum of the EU co-funding rate and the Funding Gap rate. Thus, the total import will be the modulated EU co-funding rate applied to the Eligible cost.

In order to do this analysis, two cases have been considered. In the first case (A), no fixed income is considered and in the second case (B) a minimum income of 35.000 € per operation is taken into account.

In both cases, the results have been analysed for the baseline and the pessimistic scenarios used in section 3 of this document (in the optimistic scenario the action is feasible in any case). The funding gap rate obtained according to the costs and revenues of the project varies in a quite large range, from the 31.68% to the 89.05%. The most realistic scenario (baseline with minimum income) shows a value closer to the maximum EU-Cofounding rate (20% of the Investment Cost assuming Innovation Action), which demonstrates the adequacy of the project for the use of CEF funds. The detailed process of calculation and the results obtained are shown in the following tables

CASE A: No minimum income per operation

BASELINE SCENARIO	
a) Discounted revenues	722,953.64 €
b) Discounted costs	125,323.10 €
c) Discounted residual value	0.00 €
d) Discounted net revenues (a-b+c)	597,630.54 €
e) Discounted investment cost	2,828,054.30 €
f) Funding gap (e-d)	2,230,423.76 €
g) Funding gap rate (f/e)	78.87%
h) Max EU co-funding rate	20.00%
Modulated EU co-funding rate (the smallest between g and h)	20.00%
Total EU Co-financing	565,610.86 €

PESSIMISTIC ESCENARIO	
a) Discounted revenues	374,540.87 €
b) Discounted costs	64,926.19 €
c) Discounted residual value	0.00 €
d) Discounted net revenues (a-b+c)	309,614.69 €
e) Discounted investment cost	2,828,054.30 €
f) Funding gap (e-d)	2,518,439.61 €
g) Funding gap rate (f/e)	89.05%
h) Max EU co-funding rate	20.00%
Modulated EU co-funding rate (the smallest between g and h)	20.00%
Total EU Co-financing	565,610.86 €

Table 9. Funding gap rate calculation – no minimum income per operation

CASE B: Minimum income of 35.000€ per operation

BASELINE SCENARIO	
a) Discounted revenues	2,057,425.78 €
b) Discounted costs	125,323.10 €
c) Discounted residual value	0.00 €
d) Discounted net revenues (a-b+c)	1,932,102.68 €
e) Discounted investment cost	2,828,054.30 €
f) Funding gap (e-d)	895,951.62 €
g) Funding gap rate (f/e)	31.68%
h) Max EU co-funding rate	20.00%
Modulated EU co-funding rate (the smallest between g and h)	20.00%
Total EU Co-financing	565,610.86 €

PESSIMISTIC ESCENARIO	
a) Discounted revenues	1,105,903.03 €
b) Discounted costs	64,926.19 €
c) Discounted residual value	0.00 €
d) Discounted net revenues (a-b+c)	1,040,976.84 €
e) Discounted investment cost	2,828,054.30 €
f) Funding gap (e-d)	1,787,077.46 €
g) Funding gap rate (f/e)	63.19%
h) Max EU co-funding rate	20.00%
Modulated EU co-funding rate (the smallest between g and h)	20.00%
Total EU Co-financing	565,610.86 €

Table 10. Funding gap rate calculation – minimum income per operation

5. References

Anthony Veder, 2017. *Shell and Antony Veder to modify Coral Methane to LNG bunker vessel.* [Online]
Available at: https://www.anthonyveder.com/modification-coral-methane-to-lng-bunker-vessel/
[Accessed January 2018].

Engie, 2017. *Ship-to-ship LNG bunkering service started in the port of Zeebrugge.* [Online]
Available at: https://www.engie.com/en/journalists/press-releases/lng-bunkering-service-started-zeebrugge/
[Accessed January 2018].

European Comission, 1986. *Council Regulation 4056/86 of 22.12.1986 laying down detailed rules for the application of the Treaty to maritime transport.* s.l., Official Journal.

European Comission, 1999. *The Development of the Short Sea Shipping in Europe,* Brussels: Commission communication COM.

European Comission, 2006. *Legal and Economic Analysis of Tramp Maritime Services,* Brussels: EU.

European Comission, 2015. *Guide to Cost-Benefit Analysis,* Brussels: Publications Office of the European Union.

European Comission, 2017. *CEF Transport Blending Call for Proposals. Guide for Applicants.,* s.l.: Innovation and Networks Executive Agency.

Eurostat statistical books, 2015. *Energy, transport and environment indicators.* Luxembourg: Publication Office of the European Union.

Eurostat, 2015. *Eurostat: Deep sea shipping (glossary).* [Online]
Available at: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Deep_sea_shipping
[Accessed December 2016].

Expansión, 2017. *Itsas Gas invierte 12,5 millones para estrenarse en el 'bunkering'.* [Online]
Available at: http://www.expansion.com/pais-vasco/2017/07/04/595aa9f646163fec4f8b4659.html
[Accessed January 2018].

IMO Publications, 2013. *Annex VI MARPOL and NOx code 2008,* London: IMO Publications.

International Energy Agency, 2004. *Energy Statistics Manual,* Luxembourg: IEA Publications.

Kristensen, H. O., 2012. *Energy demand and exhaust gas emissions of marine fuels.* [Online]
Available at: www.shipowners.dk/services/beregningsvaerktoejer/download/Basic_Model_Linkare

a_Link/164/wp-2-report-5-energy-demand-and-emissions-of-marine-engines.pdf [Accessed June 2016].

MarineTraffic.com, 2016. *Marine Traffic.* [Online] Available at: www.marinetraffic.com [Accessed August 2016].

Pérez García, E., Mestre Alcover, A., Sáez Carramolino, L. & Lara López, J. M., 2015. *Feasibility of LNG as a Fuel for the Mediterranean SSS Fleet: Profitability, Facts and Figures.* Valencia: Fundación Valenciaport.