

# **Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance**

D6.2

Barcelona Port Authority (APB)





Core Network Corridors and Liquefied Natural Gas

*2014-EU-TM-0732-S*

## **D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance**

Due date of deliverable: 31st December 2021

Actual submission date: 14 January 2022

Start of project: 01 January 2014

Duration: 72 Months

Lead Contractor for this deliverable: Barcelona Port Authority

*Revision: 0*

D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance

|                                                                                                                                                          |                                                                                      |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|  <b>Co-financed by the European Union</b><br>Connecting Europe Facility |                                                                                      |          |
| <b>Dissemination level</b>                                                                                                                               |                                                                                      |          |
| <b>PU</b>                                                                                                                                                | Public                                                                               | <b>x</b> |
| <b>CO</b>                                                                                                                                                | 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 |
| <b>Document Identifier:</b> D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance               |          |                             |
| Leading partner: Barcelona Port Authority (APB)                                                                                                                                                                            |          |                             |
| Report version: 0                                                                                                                                                                                                          |          |                             |
| Report preparation date: 31-12-2021                                                                                                                                                                                        |          |                             |
| Classification: Public                                                                                                                                                                                                     |          |                             |
| <b>Author(s) and contributors:</b> Barcelona Port Authority (APB), Port Authority of Vigo (PAV), Port Authority of Santa Cruz de Tenerife (PASCT), Suardiaz, Bureau Veritas (BVI), HAM, Siemens (former Guascor Power, GP) |          |                             |
| <b>Status</b>                                                                                                                                                                                                              |          | Plan                        |
|                                                                                                                                                                                                                            |          | Draft                       |
|                                                                                                                                                                                                                            |          | Working                     |
|                                                                                                                                                                                                                            | <b>x</b> | 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 |
|------|-----------|--------|--------------|
|      |           |        |              |
|      |           |        |              |



## 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

Port Authority of Barcelona, Port Authority of Vigo, Port Authority of Santa Cruz de Tenerife, Suardiaz, Bureau Veritas, HAM, Siemens (2021). **D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance.** CORE LNGas Hive consortium, [www.corelngashive.eu](http://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 72 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), SIEMENS ENGINE SAU (Former 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 DE EMPRESAS, 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).

D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance

## 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](http://www.corelngashive.eu)

## Table of contents

|      |                                                                                          |    |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.   | Introduction.....                                                                        | 10 |
| 2.   | Risk Analysis of the pilot in the port of Barcelona .....                                | 11 |
| 3.   | Risk Analysis of the pilot in the port of Vigo .....                                     | 13 |
| 4.   | Risk Analysis of the pilot in the port of Santa Cruz de Tenerife .....                   | 14 |
| 5.   | LNG supply logistics in Barcelona, Vigo and Tenerife .....                               | 16 |
| 6.   | Report of the pilot test in the Port of Barcelona .....                                  | 18 |
| 7.   | Report of the pilot test in the Port of Vigo.....                                        | 20 |
| 8.   | Report of the pilot test in the Port of Santa Cruz de Tenerife.....                      | 22 |
| 9.   | Emissions Measurements. Diesel Engines of the ship and new built natural gas engine..... | 25 |
| 9.1. | Diesel auxiliary engines emissions measurements .....                                    | 26 |
| 9.2. | Natural gas engine emissions measurements .....                                          | 28 |
| 9.3. | Emissions comparison: Diesel vs Gas Engine .....                                         | 30 |
| 10.  | Conclusions .....                                                                        | 31 |

## Annexes

Annex 1: Risk Analysis of the pilot in the Port of Barcelona

Annex 2: Risk Analysis of the pilot in the Port of Vigo

Annex 3: Risk Analysis of the pilot in the Port of Tenerife

Annex 4: LNG supply logistics in Barcelona, Vigo and Tenerife

Annex 5: Report of the pilot test in the Port of Barcelona

Annex 6: Report of the pilot test in the Port of Vigo

Annex 7: Report of the pilot test in the Port of Tenerife

Annex 8: Emissions Measurements. Diesel Engines of the ship and new built natural gas engine.

## List of tables

|          |                                                                          |    |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Table 1. | Port side diesel auxiliary engines emissions measurements. ....          | 27 |
| Table 2. | Starboard Diesel auxiliary engines emissions measurements. ....          | 27 |
| Table 3. | Natural gas engine emissions measurements. Parameters. ....              | 28 |
| Table 4. | Natural gas engine emissions measurements. ....                          | 29 |
| Table 5. | Emissions comparison Diesel vs Gas Engine.....                           | 30 |
| Table 6. | NOx Emissions in the diesel auxiliary Engines. ....                      | 30 |
| Table 7. | NOx Emissions in the natural gas engine. ....                            | 30 |
| Table 8. | NOx Emissions in the diesel auxiliary Engines vs natural gas engine. ... | 31 |

## List of figures

|            |                                                                                                                                                      |    |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1.  | Implementation of the equipment on the quayside (Port of Barcelona).<br>.....                                                                        | 12 |
| Figure 2.  | Explosives Zones (EX-Zones, ATEX) (Port of Barcelona). ....                                                                                          | 12 |
| Figure 3.  | Implementation of the equipment on the quayside and safety distances (Port of Vigo) .....                                                            | 13 |
| Figure 4.  | Example of the dispersion model (Port of Vigo). ....                                                                                                 | 14 |
| Figure 5.  | Four possible locations for the pilot (Port of Tenerife). ....                                                                                       | 15 |
| Figure 6.  | Example of a Phast simulation of a gas cloud (Port of Tenerife). ....                                                                                | 15 |
| Figure 7.  | Itinerary between the Enagás LNG tanker loading bay and the Poniente Norte quay (Port of Barcelona). ....                                            | 16 |
| Figure 8.  | Itinerary between the Reganosa plant (Ferrol) and the Ro-Ro terminal at the Port of Vigo. ....                                                       | 17 |
| Figure 9.  | Itinerary between the Huelva plant and the Trasmediterranea terminal at the Port of Tenerife. ....                                                   | 17 |
| Figure 10. | Pilot location in Muelle Poniente of the Port of Barcelona. ....                                                                                     | 18 |
| Figure 11. | Pilot of 24 November 2017. All equipment. It is possible to make out the condensation of the ambient humidity due to the cold of the LNG plant. .... | 19 |
| Figure 12. | Pilot of 8 December. All equipment. ....                                                                                                             | 19 |
| Figure 13. | Pilot Location in the Ferry vehicle terminal of Bouzas (Port of Vigo). .                                                                             | 21 |
| Figure 14. | Pilot location (Port of Vigo). ....                                                                                                                  | 21 |
| Figure 15. | Pilot location. Muelle de Ribera (Port of Santa Cruz de Tenerife). ....                                                                              | 23 |
| Figure 16. | Pilot location. Muelle de Ribera (Port of Santa Cruz de Tenerife). ....                                                                              | 24 |
| Figure 17. | Emissions measurements and communication event (Port of Santa Cruz de Tenerife). ....                                                                | 25 |
| Figure 18. | Diesel auxiliary engines emissions measurements. ....                                                                                                | 26 |
| Figure 19. | Natural gas engine emissions measurements (Port of Tenerife). ....                                                                                   | 28 |
| Figure 20. | Liquefied natural gas supply (HAM in the Port of Barcelona). ....                                                                                    | 32 |
| Figure 21. | Electricity connection (Port of Barcelona). ....                                                                                                     | 32 |
| Figure 22. | Communication event (Port of Barcelona). ....                                                                                                        | 33 |
| Figure 23. | Pilot location in the Port of Vigo. ....                                                                                                             | 33 |
| Figure 24. | Pilot location in the Port of Santa Cruz de Tenerife. ....                                                                                           | 34 |
| Figure 25. | Part of the technicians participating in the 3 pilots of the EPT1 sub-activity. ....                                                                 | 34 |

## 1. Introduction

The EPT1 sub-activity of the Core LNGas Hive project consists of the construction of a natural gas generator to provide electricity to a vessel during port calls.

The Natural gas genset was built by Siemens (former Guascor Power); the liquefied natural gas (LNG) plant was built by HAM; the vessels on which the shore-side electricity connection was tested were adapted by Suardiaz; the ship modifications and the marine use of the generator were certified by Bureau Veritas; and 3 different tests were developed in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife.

The following report is intended to be a compilation of the partial reports generated during the implementation of the different pilots of the EPT1 sub-activity of the Core LNGas Hive project in the ports of Barcelona, Vigo and Santa Cruz de Tenerife.

In the end, the natural gas engine generator was only tested on land, but not on the ship, at sea, as initially planned. Due to technical complications (engine cooling, location on the ship, location of a gas plant with dangerous goods on board, among other reasons), the engine generator was not tested on board. Even so, the engine generator is classified for marine use and during the tests carried out in all ports the engine generator operated as an external auxiliary engine, shutting down the diesel auxiliary engines.

Before the pilot could be carried out in these 3 ports, it was necessary to carry out a risk analysis to study the possible risks of implementing the pilot in each of them. Afterwards, a study of the LNG supply logistics in each port was carried out to find out where the LNG would come from and how it would be supplied in each port. Finally, a report on the development of the pilot in each of these 3 ports was drawn up. It is also included the emissions measurements report of the natural gas generator carried out during the last pilot, in the port of Tenerife, as well as the characterisation of the emissions of the ship's diesel auxiliary engines, which were to be replaced by the supply of electricity with the gas generator.

The following partial reports are included in the annexes:

- Annex 1: Risk analysis of the pilot in the port of Barcelona
- Annex 2: Risk analysis of the pilot in the port of Vigo
- Annex 3: Risk analysis of the pilot in the port of Tenerife
- Annex 4: LNG supply logistics in Barcelona, Vigo and Tenerife
- Annex 5: Report of the pilot test in the Port of Barcelona
- Annex 6: Report of the pilot test in the Port of Vigo
- Annex 7: Report of the pilot test in the Port of Tenerife
- Annex 8: Emissions measurements. Diesel Engines of the ship and new built natural gas engine.

The following is a brief summary of each of the reports, but for more details, please refer to the annexes. The reports of the different risk analyses in each of the ports are written in Spanish, in order to avoid safety problems caused by translation errors into English during the implementation of the pilots.

## **2. Risk Analysis of the pilot in the port of Barcelona**

The risk analysis required to study the risks of the pilot's implementation in the port of Barcelona can be consulted in Annex 1. A summary presentation of this risk analysis can be found in the annexes of this report.

The objective of this analysis is the identification of potential operational risks and issues that may affect safety, environment, property and port operations, arising from the operation of a mobile, LNG-fuelled shore-side power generation unit to supply electricity to a ship. These activities include the transit of an LNG tanker through the Port of Barcelona, the unloading of LNG into a tank, the storage of LNG, as well as the LNG supply system to a natural gas engine, both in 40' containers.

Hazard identification was carried out by means of a *What if...?* study. This technique is an inductive method that uses process-specific information to generate a series of relevant questions during the lifetime of an installation. It consists of defining trends, formulating questions, developing answers and evaluating them, including the widest possible range of consequences.

A quantitative risk analysis of the hypothetical accident scenarios was then carried out and the planning and domino effect zones were defined. Afterwards, the graphic representation of the consequences was generated on plans of the quay and port facilities.

In annex 5, report of the pilot test in the Port of Barcelona, the safety drawings and the emergency plan drawn up for the implementation of the pilot are also included.



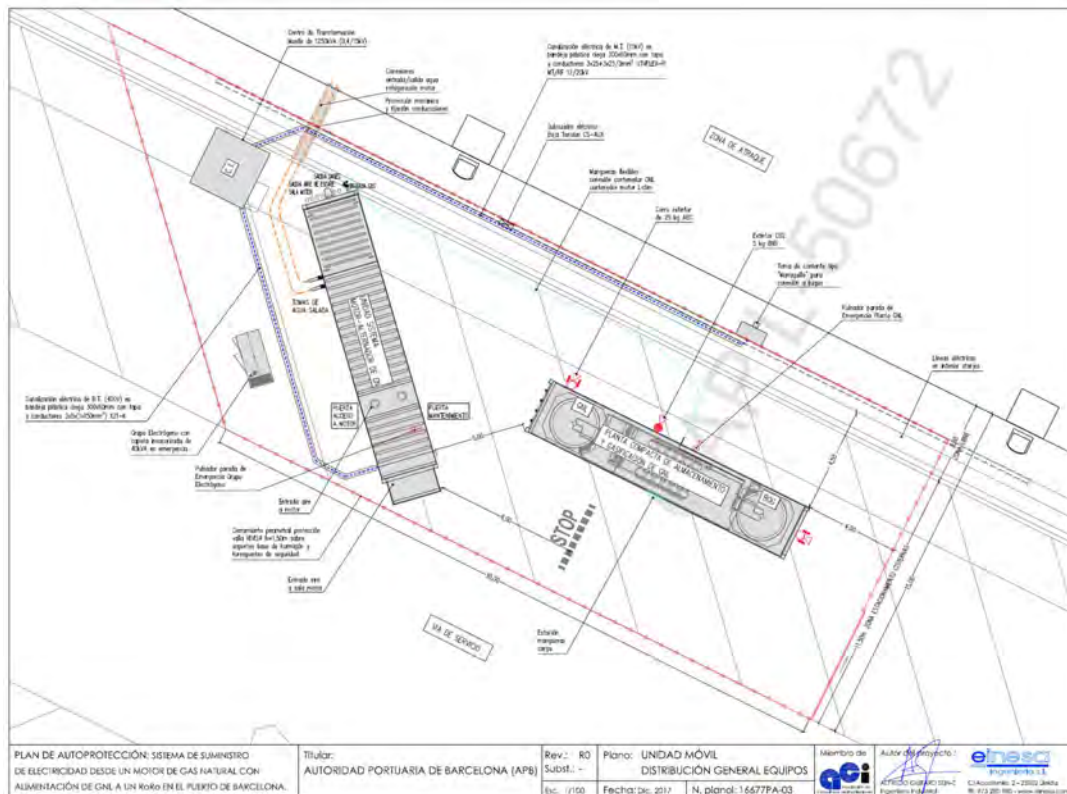


Figure 1. Implementation of the equipment on the quayside (Port of Barcelona).

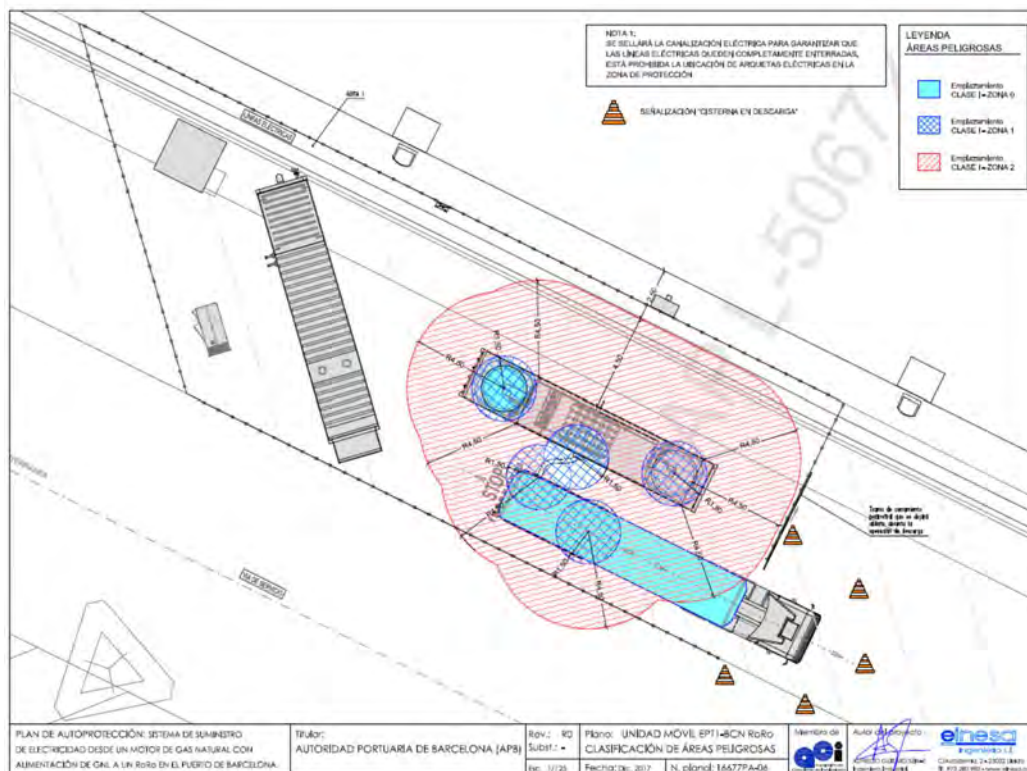


Figure 2. Explosives Zones (EX-Zones, ATEX) (Port of Barcelona).



### 3. Risk Analysis of the pilot in the port of Vigo

In Annex 2, we can consult the risk analysis carried out for the implementation of the pilot in the port of Vigo.

In the risk analysis, the quayside location was studied and safety distances were defined. It was also identified the risks related to LNG, NG, and its operation, and determined their possible causes and consequences, and after that a quantitative risk analysis was developed.

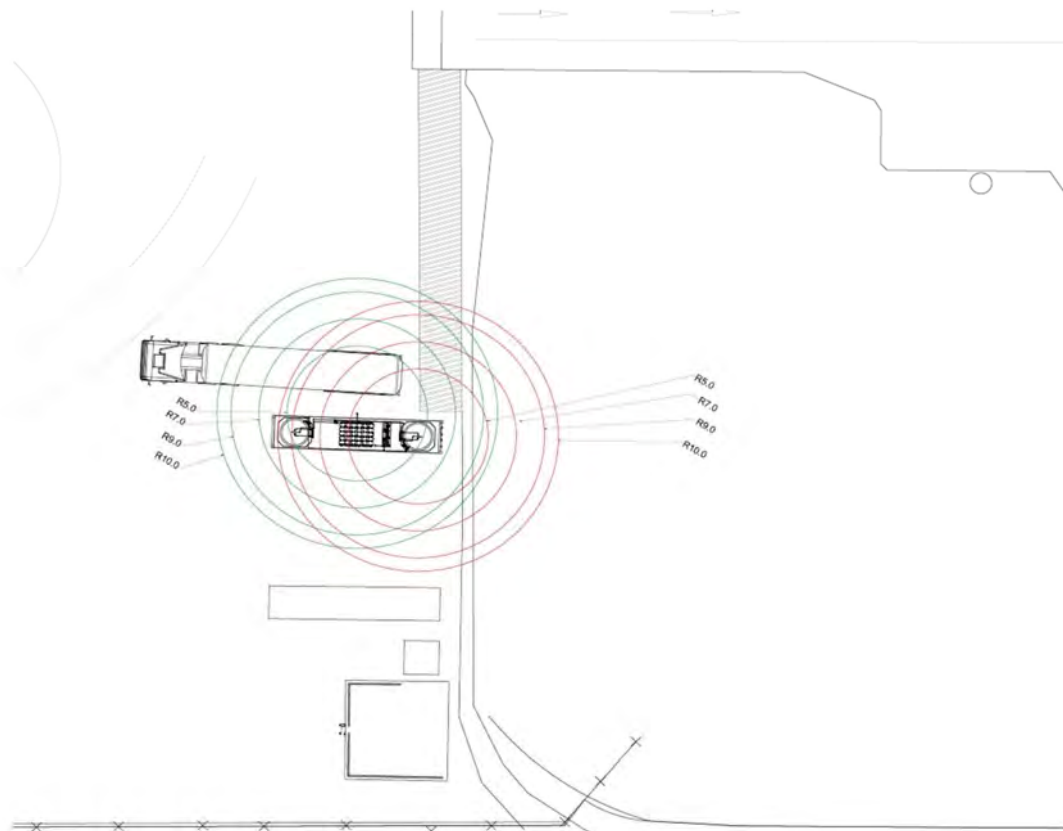


Figure 3. Implementation of the equipment on the quayside and safety distances (Port of Vigo)

Domino effect with own and neighbouring facilities was also studied. One of the worst situations in the risk assessment of a possible LNG accident is not the direct damage but the chain effects that may occur. For this reason, it is important to take into account the situation and circumstances of all elements in the proximity of the system.

Following the analysis set out in the previous sections, a series of measures were proposed to reduce the level of risk identified.

A simulation study of the LNG cloud was also performed with Open Source Field Operation and Manipulation (OpenFOAM).

D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance



Ilustración 2.5: Alzado fuga vertical, dentro de los límites de inflamabilidad (0.05 - 0.15), diámetro 40 mm y viento de N-NE.

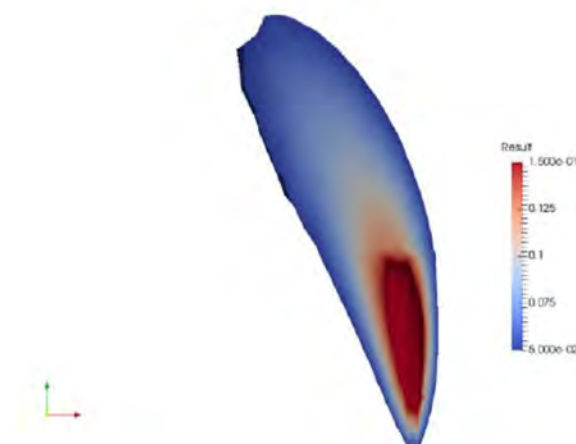


Figure 4. Example of the dispersion model (Port of Vigo).

## 4. Risk Analysis of the pilot in the port of Santa Cruz de Tenerife

In Annex 3, we can consult the risk analysis carried out for the implementation of the pilot in the port of Santa Cruz de Tenerife.

As in the other ports, a pilot implementation study was also carried out in Tenerife, in which the safety zones or areas with explosive atmospheres (ex-zone, atex) were studied, in this case, in 4 possible pilot locations.



Figure 5. Four possible locations for the pilot (Port of Tenerife).

An analysis of the risks related to the operation of the system with NG and LNG was carried out. It was determined which risk factors would have the most unfavourable causes and therefore need to be studied to serve as a basis for developing emergency response plans to enable rapid action in the event of an incident.

The consequences of the different events that may cause exposure to thermal radiation in the event of accidents involving partial or total loss of LNG containment were calculated. For the calculation of the distances affected, simulations have been carried out using the Phast software.

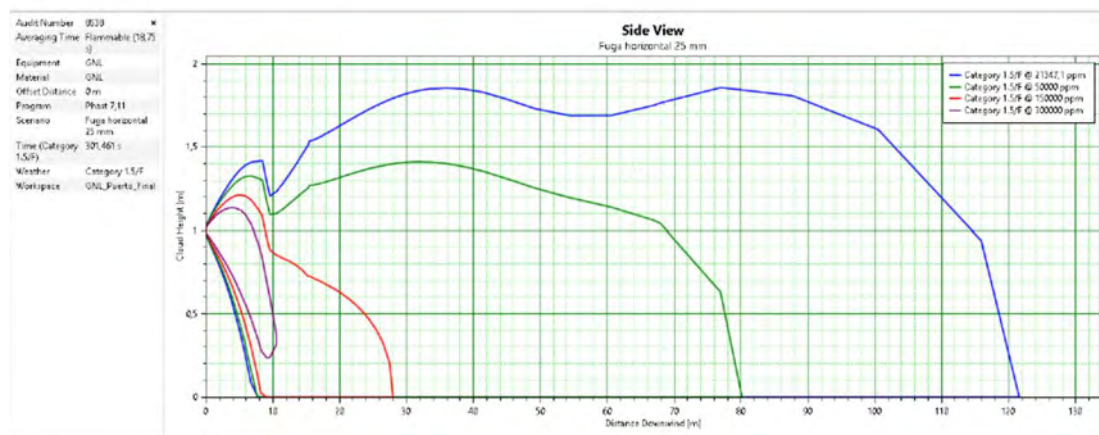


Figure 6. Example of a Phast simulation of a gas cloud (Port of Tenerife).

## 5. LNG supply logistics in Barcelona, Vigo and Tenerife

Annex 4 contains the LNG supply logistics studies for the 3 ports. In this report, the source of LNG closest to the port and the routes to move the LNG from the regasification plant to the port are studied. In the port of Barcelona, as it was the first port to implement the pilot, the logistics required to inertise and cooling down the LNG tanks with nitrogen are also described.

In the annexes of this report, the procedures for cooling down the LNG tanks with nitrogen, as well as the LNG loading and unloading procedure, the check-list for unloading of Dangerous Goods in tanks or the technical instructions of the LNG plant, are also described.

The LNG supply logistics were particularly important in the Port of Tenerife, where there is currently no regasification plant or regular supply of LNG, so it was necessary to determine how to transport the LNG to the island. Finally, a tanker was loaded at the Huelva regasification plant and transported by ship to the Canary Islands, more than 1300 km away. This made the LNG supply for the test very expensive and economically unfeasible for a continuous operation unless a regasification plant or a small-scale tank is installed in the island of Tenerife.

The Port of Barcelona has a regasification plant in the same port and the port of Vigo is about 130 km away, so the logistics for the LNG supply were simpler.

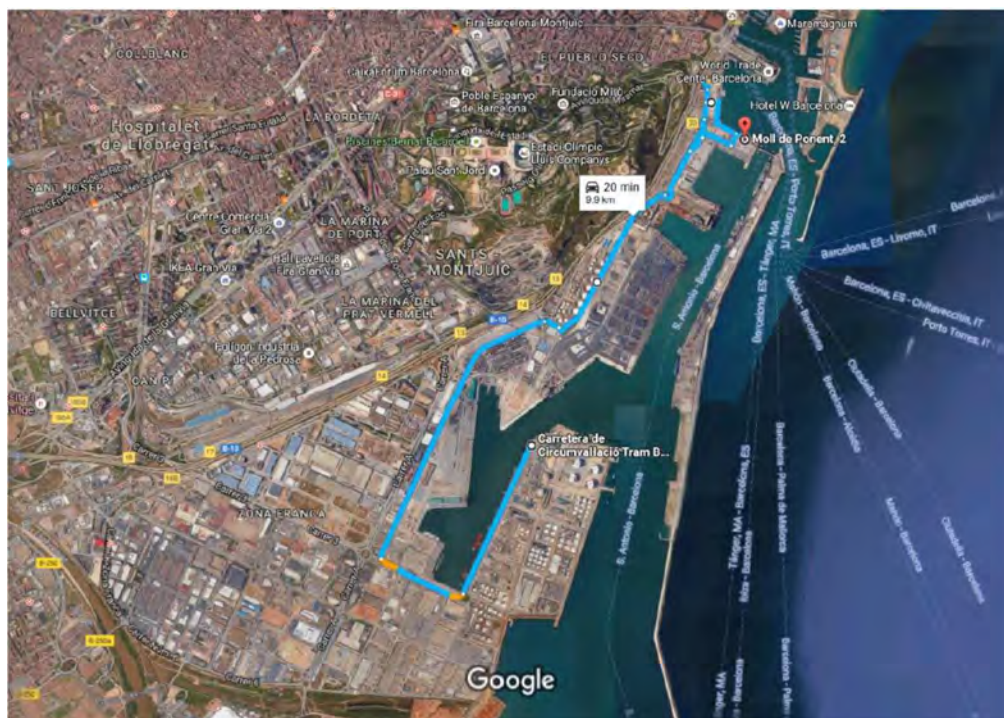


Figure 7. Itinerary between the Enagás LNG tanker loading bay and the Poniente Norte quay (Port of Barcelona).



## D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance

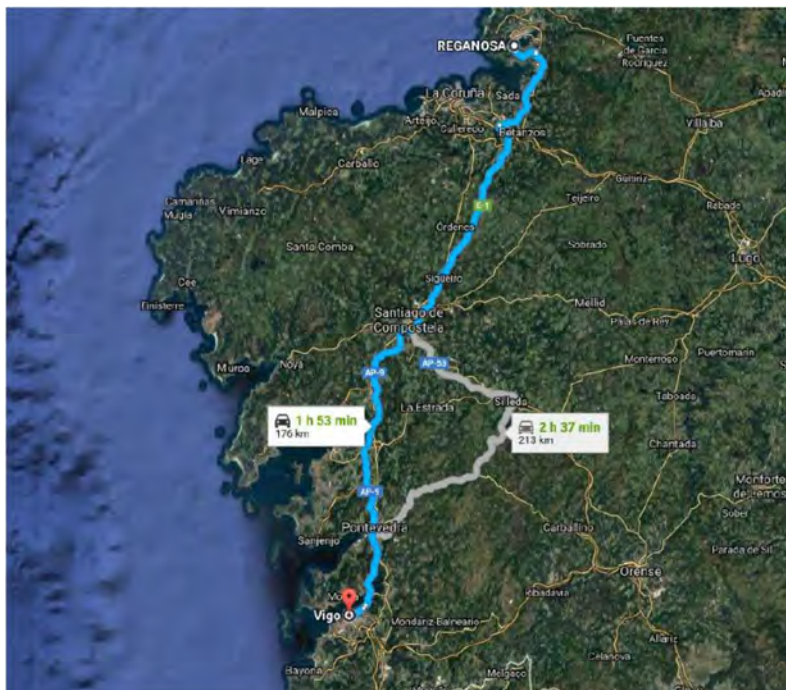


Figure 8. Itinerary between the Reganosa plant (Ferrol) and the Ro-Ro terminal at the Port of Vigo.

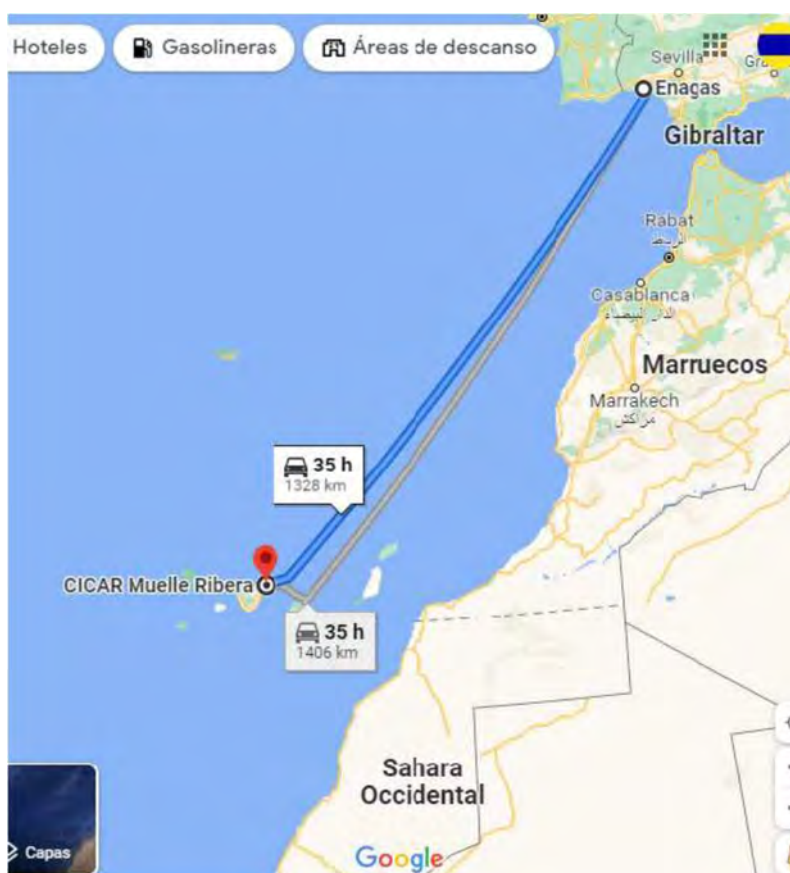


Figure 9. Itinerary between the Huelva plant and the Trasmediterranea terminal at the Port of Tenerife.

## 6. Report of the pilot test in the Port of Barcelona

In annex 5 it could be seen the partial deliverable of the pilot test in the port of Barcelona (D8.1 Performing tests at each port. A. Pilot test in the Port of Barcelona).

The pilot of the EPT1 sub-activity of the Core LNGas hive project to supply the L'Audace ship with electricity generated by a gas-engine generator located on the wharf (Onshore Power Supply, OPS) took place over four weeks from 24 November to 15 December 2017 in the port of Barcelona. Both the engine generator and the LNG tanks were installed in 40 feet isocontainers to facilitate their transfer.

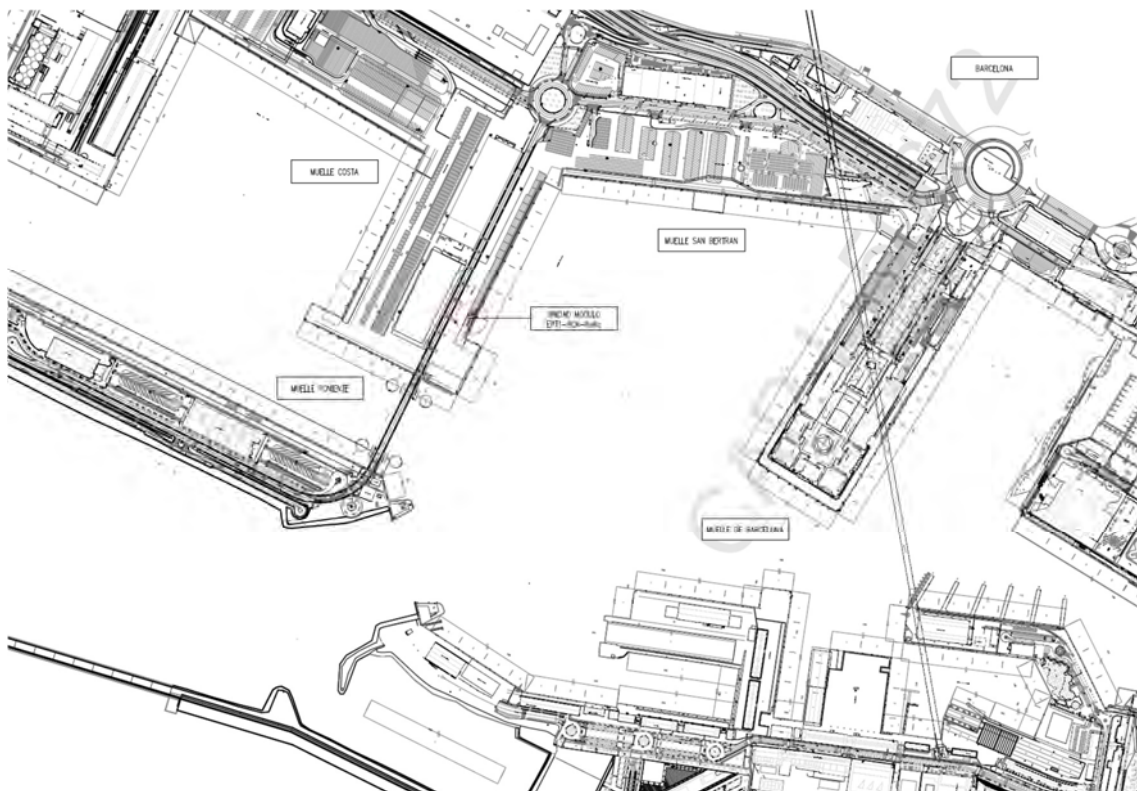


Figure 10. Pilot location in Muelle Poniente of the Port of Barcelona.

During these four days of the pilot (every Friday), it was possible to check that the equipment was working correctly, generating 110% of the engine power (900 kWe) and providing 100% of the power needs of the ship (650 kWe of maximum power demanded). The communication between the ship's control panel and the engine allowed the generator on land to function as an additional auxiliary engine for the ship, providing the necessary energy at all times, making it possible to shut down the ship's auxiliary diesel engines during the port call. The regasification plant functioned correctly throughout the operation, with the gas flow provided feeding the engine correctly and the LNG refuelling operation was performed without incident.





Figure 11. Pilot of 24 November 2017. All equipment. It is possible to make out the condensation of the ambient humidity due to the cold of the LNG plant.

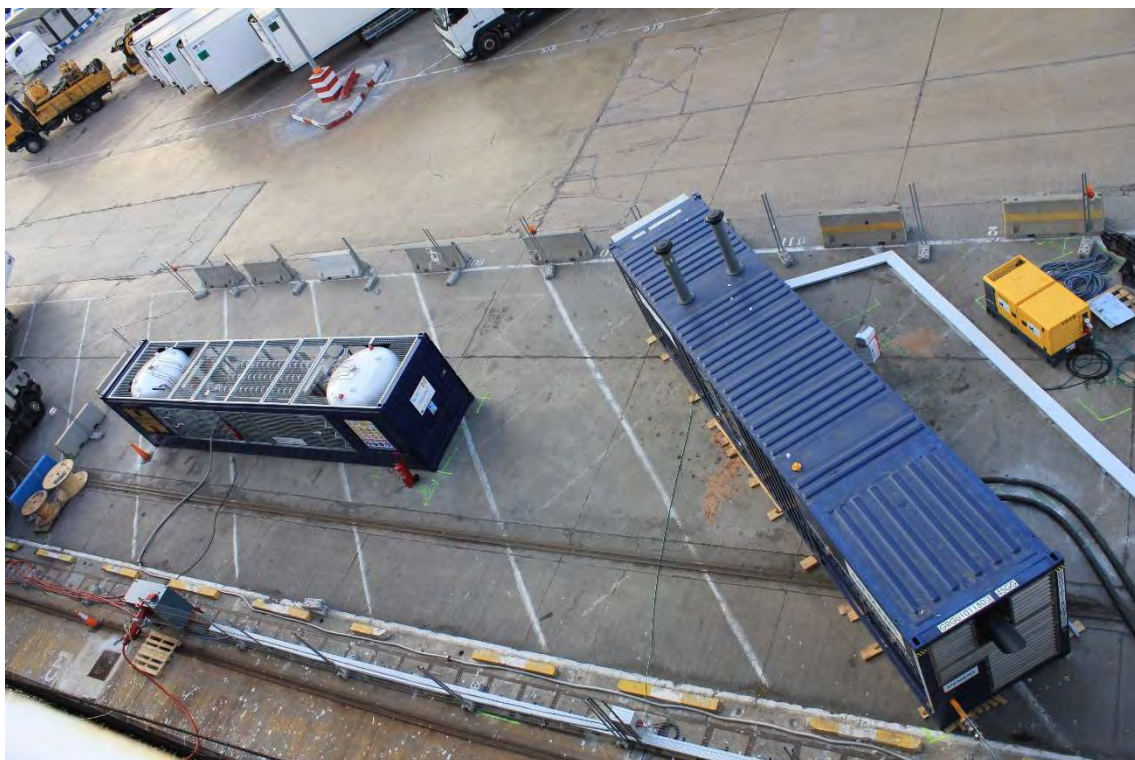


Figure 12. Pilot of 8 December. All equipment.

Since this was the first port where the equipment was installed, certain minor issues arose, but could be avoided in the following pilots. It was essential to plan each phase of the installation of the equipment and to anticipate the needs in terms of materials to ensure that the pilots could take place on the dates set. We would also underline that the professionalism of the technicians of all the participating partners during the pilot managed to solve all the issues that arose, to meet the agreed timelines.

A communication event involving the authorities was held on the final day of the pilot with a visit to the installation, which was widely covered in the national and local printed and digital press, and on local television.

The partners involved in the sub-activity were Suardiaz, which modified the ship L'Audace to be able to receive electricity from the wharf; Siemens (former Guascor Power), which manufactured the natural gas engine generator; HAM, which built the LNG tanks and the regasification plant, and Bureau Veritas, which certified the engine for its maritime use and the changes made in the ship. The Port Authorities of Tenerife, Vigo and Barcelona, where the pilots will be carried out, also participate in the sub-activity.

This report details all the steps taken to install the equipment on the wharf to serve as a guide, as visual as possible, to facilitate replicability in other ports. Since the wharf was in operation, the occupation of space was minimised as much as possible to avoid hindering the normal activity of the terminal.

As the Port of Barcelona pilot was the first to be developed in the EPT1 sub-activity, there is a full description of all the steps to install all the equipment, both the gas generator and the LNG tanks, as well as the gas connections, the electrical connections and the communication cables between the genset and the ship, using as many descriptive photographs as possible, to facilitate replicability in the other ports of the project or in third party ports.

It also describes the problems or errors detected in order to facilitate the implementation of the pilots in other ports.

The report also includes in its annexes all the technical information necessary for the realisation of the pilot, such as the technical report of the project, location plans, self-protection plan, unloading procedure of liquefied natural gas tanks with cryogenic pump for liquefied natural gas plants in an isocontainer or nitrogen blanketing procedure for a unitized regasification satellite plant in an iso-container.

## **7. Report of the pilot test in the Port of Vigo**

In Annex 6 we can see the report of the pilot test in the Port of Vigo. This report details all the steps that were followed for the implementation of the pilot tests in the Port of Vigo that took place during the month of October 2018 at the ferry vehicle terminal in Bouzas.



## D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance

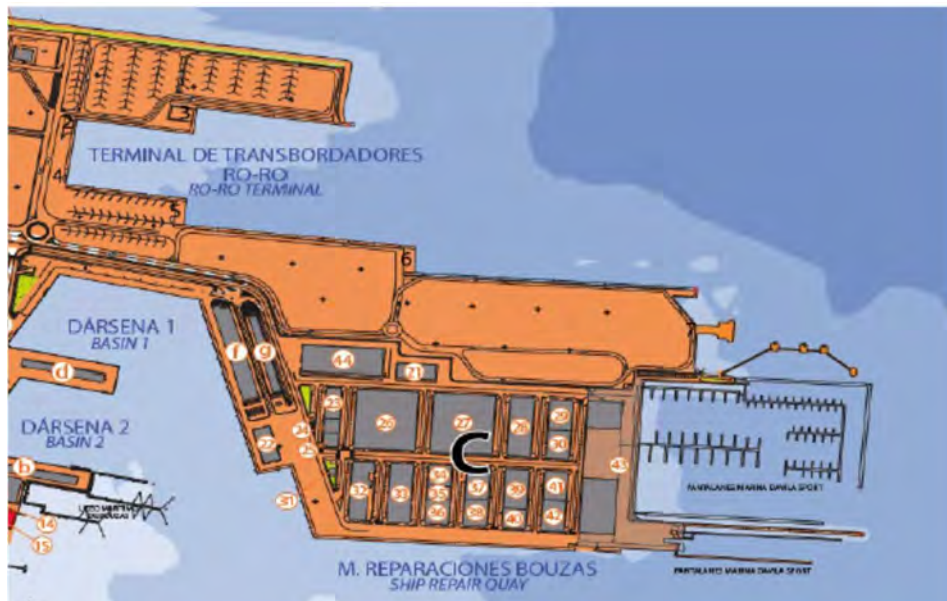


Figure 13. Pilot Location in the Ferry vehicle terminal of Bouzas (Port of Vigo).

Between October 17 and November 23, 2018, the pilot of the EPT1 subactivity of the Core LNGas hive project was carried out in the port of Vigo, supplying electricity to the Suarvigo ship generated by a gas-powered generator motor located on the dock (Onshore Power Supply, OPS).



Figure 14. Pilot location (Port of Vigo).

Both tests were performed without setbacks apart from the logical delays in connection during the first day of tests.

Although it was not possible to replicate the same tests as in the port of Barcelona, as it was used a new vessel (Suar Vigo), with different electrical parameters than in

L'Audace vessel, the tests were carried out without major drawback, thus being able to supply the power required at that time by the ship (between 270 kW and 300kW, with peaks of 400 kW). During the tests, it was possible to verify the correct operation of the equipment, generating 100% of the natural gas motor power and providing 100% of the demand of the ship.

The regasification plant functioned correctly throughout the operation, the gas flow provided was feeding the motor correctly and the LNG refuelling was carried out without any incident. At the same time, Siemens indicated that during the test the pressure at the gas train inlet was higher than 1 bar and HAM lowered the pressure to 1 bar, thereby verifying that the motor was working properly at this pressure.

On the other hand, Suardiaz indicated that the ship only used the external generator for the previously agreed electrical needs, keeping the engines off during the tests, and that the number of hours of the pilot test was reduced so that it would not affect the normal performance of the ship operations in the port.

As it was the second port that carries out the tests, the experience gained in the port of Barcelona facilitated operations and minimized problems, so the tests were performed at all times without major incidents.

Finally, on November 23, 2018, an act of presentation to the media and authorities was held, in parallel to the test, and all the work carried out was made visible. This communication event had an important impact on the national and local media, both written and digital, as well as on a regional television.

The only problem detected was that the distance from the ship to the dock was a handicap, since this led to the need for a very long power cable from the generator motor to the ship, with the difficulties of its movement and placement every time the ship arrives at port.

This could be solved by carrying out a permanent installation of the power cable, which does not involve too much difficulty. It is noteworthy that this problem would not occur in other locations of the ferry terminal where the tests were carried out.

Finally, it is clear that for the system to be fully efficient it is necessary to have a regular traffic of ships prepared for this connection to shore, since the storage of gas in the tanks has a certain periodicity.

## **8. Report of the pilot test in the Port of Santa Cruz de Tenerife**

In Annex 7 we can see the report of the pilot test in the Port of Santa Cruz de Tenerife. Between November 5 and November 18, 2019, for 2 weeks, the pilot of the EPT1 subactivity of the Core LNGas hive project was developed, supplying electricity to the L'Audace ship, generated by a gas generator engine located at the pier (Onshore Power Supply, OPS).

Two pilot tests were carried out in the Port of Tenerife, on November 11 and 18, 2019. The main objective of the pilot, as in the port of Barcelona, was to check the

correct operation of the equipment and its ability to supply the 100% of the ship's demand, without the need to keep the auxiliary engines operating. In addition, the emissions of the LNG engine were measured, comparing it with the auxiliary diesel engines.

The pilot tests in the Port of Santa Cruz de Tenerife were carried out next to the second alignment of Muelle de Ribera. During the scale of L'Audace, owned by Suardiaz, the ship has been provided with all the necessary cargo during the stopovers, even testing the gas plant and the generator engine at full power (808 kWe).



Figure 15. Pilot location. Muelle de Ribera (Port of Santa Cruz de Tenerife).





Figure 16. Pilot location. Muelle de Ribera (Port of Santa Cruz de Tenerife).

On November 9 and 10 and the morning of November 11, 2019, the engine container was assembled and prepared, as well as the execution of the engine idling tests.

During the first pilot test on November 11, the generator engine was connected to the ship with the ship's diesel auxiliaries in operation, which causes the distributing of the load (238 kWe each), until the LNG group generated all the ship's cargo available.

The approximate loads assumed by the LNG group are reflected below. The first phase was 273 kWe. Subsequently, it reached 470 kWe and was maintained with a variable load (390 kWe-470 kWe), for the normal cold demand values of the ship. In a second phase, the bow thruster was driven until reaching a stable load between 550-580 kWe, and finally, a peak load of 700 kWe was applied.

In the second test on November 18, during the connection of the generator to the ship, the emissions measurements was carried out by Suardiaz.

During this last day of the pilot, the communication event was held and had an important impact on the local press. Representatives of the port of Tenerife, representatives of Enagás, representatives of Suardiaz, Siemens and HAM participated in this event. The news of the pilot project appeared in written media or on state and local websites and specialized media.



Figure 17. Emissions measurements and communication event (Port of Santa Cruz de Tenerife).

During the 2 days of the pilot, it was possible to check the correct operation of the equipment, generating 110% of the engine power (900 kWe) and providing 100% of the power needs demanded by the ship. The communication between the ship's control panel and the engine enabled the onshore generator to function as an auxiliary engine of the ship, always providing the necessary energy and managing to stop the ship's diesel auxiliary engines during the test.

The regasification plant functioned correctly throughout the operation and the LNG refueling was carried out without any incident. The planning of each phase of the installation of the equipment and of the material needs was essential to ensure that the pilots could be developed on the dates set.

## 9. Emissions Measurements. Diesel Engines of the ship and new built natural gas engine.

Finally, the emission measurement reports can be found in Annex 8. On the one hand we can see the emissions measurements report of the auxiliary diesel engines of the L'Audace ship, held in the port of Barcelona in 2016. On the other hand, we can see the emissions measurements report of the natural gas generator, carried out during the pilot in the Port of Tenerife on 18 November 2019. A comparison between the results obtained on the diesel auxiliary engines and the results obtained on the natural gas generator is also included.



## 9.1. Diesel auxiliary engines emissions measurements

Emission measurements on the auxiliary engines of the vessel L'Audace were carried out on 16 October 2016 in the Port of Barcelona.



Figure 18. Diesel auxiliary engines emissions measurements.

The test consists of measuring the electrical power generated by the auxiliary engines together with the emissions produced.

These parameters have been recorded as follows:

- Power measurement using mains analysers.
- Measurement of emissions and opacity by means of portable gas analysers.
- Fuel consumption measurement using invasive flow meters.
- The electrical power was measured by means of mains analysers in the switchboards.
- Fuel consumption was recorded by installing volumetric flow meters in the supply and return pipes of the starboard auxiliary engine.

## D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance

Emission measurements were made by inserting the equipment's sensor into the exhaust gas pipe. All these data had been transferred as digital signals via a bus unit and analysed in a software application.

| MOTOR AUX. BABOR |                   |         |         |         |         |         |         |
|------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| POTENCIA         | [kW]              | 576,43  | 522,81  | 419,00  | 305,10  | 254,41  | 162,37  |
| POTENCIA         | [%]               | 85,65   | 77,70   | 62,33   | 45,33   | 37,80   | 24,13   |
| RÉGIMEN          | [rpm]             | 1511,00 | 1511,00 | 1511,00 | 1511,00 | 1511,00 | 1511,00 |
| CONSUMO          | [l/h]             | 136,76  | 124,78  | 101,68  | 76,12   | 64,79   | 44,22   |
| CONSUMO          | [kg/h]            | 117,75  | 107,43  | 87,55   | 65,54   | 55,78   | 38,07   |
| SFC              | [g/kWh]           | 204,28  | 205,49  | 208,71  | 214,81  | 219,27  | 234,48  |
| NOx Dry          | [ppm]             | 858,00  | 864,00  | 755,00  | 620,00  | 535,00  | 394,00  |
| CO Dry           | [ppm]             | 414,00  | 321,00  | 256,00  | 188,00  | 202,00  | 181,00  |
| CO2 Dry          | [%]               | 7,89    | 7,74    | 6,97    | 6,17    | 5,69    | 4,80    |
| O2 Dry           | [%]               | 10,71   | 10,94   | 11,71   | 12,69   | 13,49   | 14,74   |
| SO2              | [ppm]             | 19,00   | 17,00   | 18,00   | 16,00   | 17,00   | 9,00    |
| GNOX             | [kg/h]            | 4,22    | 3,96    | 3,13    | 2,18    | 1,73    | 1,03    |
| GCO              | [kg/h]            | 1,22    | 0,88    | 0,64    | 0,40    | 0,39    | 0,29    |
| GCO2             | [kg/h]            | 366,36  | 334,61  | 272,85  | 204,50  | 174,04  | 118,86  |
| GO2              | [kg/h]            | 361,58  | 343,88  | 332,97  | 305,81  | 300,02  | 265,39  |
| GSO2             | [kg/h]            | 0,13    | 0,11    | 0,10    | 0,08    | 0,08    | 0,03    |
| eNOx             | [g/kWh]           | 7,33    | 7,56    | 7,46    | 7,14    | 6,81    | 6,36    |
| eCO              | [g/kWh]           | 2,12    | 1,69    | 1,52    | 1,30    | 1,55    | 1,76    |
| eCO2             | [g/kWh]           | 635,56  | 640,03  | 650,55  | 670,26  | 684,11  | 732,04  |
| eO2              | [g/kWh]           | 627,27  | 657,76  | 794,68  | 1002,33 | 1179,27 | 1,63    |
| eSO2             | [g/kWh]           | 0,22    | 0,21    | 0,24    | 0,25    | 0,30    | 0,20    |
| HOLLÍN           | mg/m <sup>3</sup> | 50,13   | 59,12   | 59,49   | 50,22   | 51,99   | 42,02   |
| OPACIDAD         | FSN               | 2,00    | 2,20    | 2,21    | 2,00    | 2,04    | 1,81    |

Table 1. Port side diesel auxiliary engines emissions measurements.

| MOTOR AUX. ESTRIBOR |                   |         |         |         |         |         |         |
|---------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| POTENCIA            | [kW]              | 599,18  | 459,75  | 302,61  | 211,81  | 97,11   | 48,02   |
| POTENCIA            | [%]               | 89,04   | 68,31   | 44,96   | 31,47   | 15,46   | 7,14    |
| RÉGIMEN             | [rpm]             | 1511,00 | 1511,00 | 1511,00 | 1511,00 | 1511,00 | 1511,00 |
| CONSUMO             | [l/h]             | 144,19  | 110,45  | 74,99   | 55,26   | 31,80   | 22,45   |
| CONSUMO             | [kg/h]            | 124,15  | 95,10   | 64,57   | 47,58   | 27,38   | 19,33   |
| SFC                 | [g/kWh]           | 207,20  | 206,85  | 213,37  | 224,63  | 281,95  | 402,53  |
| NOx Dry             | [ppm]             | 1002,00 | 952,00  | 616,00  | 527,00  | 340,00  | 225,00  |
| CO Dry              | [ppm]             | 316,00  | 270,00  | 146,00  | 173,00  | 197,00  | 204,00  |
| CO2 Dry             | [%]               | 8,38    | 7,64    | 5,73    | 5,21    | 3,82    | 2,80    |
| O2 Dry              | [%]               | 10,15   | 10,97   | 13,37   | 14,04   | 15,87   | 17,24   |
| SO2                 | [ppm]             | 23,00   | 22,00   | 15,00   | 12,00   | 12,00   | 10,00   |
| GNOX                | [kg/h]            | 4,90    | 3,91    | 2,30    | 1,59    | 0,81    | 0,51    |
| GCO                 | [kg/h]            | 0,93    | 0,67    | 0,33    | 0,31    | 0,28    | 0,28    |
| GCO2                | [kg/h]            | 386,76  | 296,39  | 201,63  | 148,54  | 85,49   | 60,40   |
| GO2                 | [kg/h]            | 340,61  | 309,43  | 342,08  | 291,05  | 258,25  | 270,38  |
| GSO2                | [kg/h]            | 0,15    | 0,12    | 0,08    | 0,05    | 0,04    | 0,03    |
| eNOx                | [g/kWh]           | 8,18    | 8,51    | 7,60    | 7,51    | 8,29    | 10,69   |
| eCO                 | [g/kWh]           | 1,55    | 1,45    | 1,08    | 1,48    | 2,89    | 5,84    |
| eCO2                | [g/kWh]           | 645,48  | 644,67  | 666,30  | 701,29  | 880,37  | 1257,74 |
| eO2                 | [g/kWh]           | 568,46  | 673,04  | 1130,42 | 1374,09 | 2659,31 | 5630,65 |
| eSO2                | [g/kWh]           | 0,26    | 0,27    | 0,25    | 0,24    | 0,40    | 0,65    |
| HOLLÍN              | mg/m <sup>3</sup> | 45,32   | 40,14   | 34,79   | 29,19   | 41,95   | 39,52   |
| OPACIDAD            | FSN               | 1,90    | 1,76    | 1,60    | 1,41    | 1,81    | 1,74    |

Table 2. Starboard Diesel auxiliary engines emissions measurements.



The distribution of the workload percentage of the auxiliary engines shows a similar trend although with differences between the emission distributions of the engines. While the starboard engine emits greater quantities of NO<sub>x</sub> than the port engine, it emits smaller quantities of particulate matter than the starboard engine.

The higher soot formation is caused by combustion in the combustion chamber with less oxygen, the performance of the engine is lower in these circumstances and less NO<sub>x</sub> is generated due to the lack of oxygen in the mixture, resulting in incomplete combustion. In the port engine, CO and CO<sub>2</sub> concentrations are also higher than in the starboard engine, especially at low load. This is indicative of poorer combustion which favours the production of unburned fuel.

## 9.2. Natural gas engine emissions measurements

During the second pilot in the Port of Santa Cruz de Tenerife, on November 18, 2019, emissions measurements were carried out in the natural gas engine generator of the EPT1 subactivity.



Figure 19. Natural gas engine emissions measurements (Port of Tenerife).

The work consisted of carrying out a characterisation of emissions at the smoke outlet of the LNG engine generator installed in the Port of Santa Cruz de Tenerife, including the taking of samples, analytical determinations, preparation and publication of this report of results.

With all this, the scope of the control carried out (focus, operating conditions and parameters) is as indicated in the table below.

| Plan de control                  |              |                    |                                                                                                 |
|----------------------------------|--------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Foco                             | Nº muestreos | Duración muestreos | Parámetros                                                                                      |
| Salida humos motor generador GNL | 3            | 60 min.            | NO <sub>x</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , COT, CH <sub>4</sub> , Partículas y Opacidad Bacharach. |

Table 3. Natural gas engine emissions measurements. Parameters.

## D6.2. Report on the study of the logistics of LNG supply to the gas generating mobile unit in the ports of Barcelona, Vigo and Tenerife and conclusions on the pilot performance

In addition to the parameters in the table above, the following auxiliary parameters were measured: oxygen, flow, temperature, speed, humidity and CO<sub>2</sub>.

On the other hand, and as an additional scope to the characterisation of emissions into the atmosphere from the LNG engine generator, and outside the scope of accreditation, it was carried out the verification of possible fugitive methane emissions both in the fuel storage system and in the gas supply devices to the engine generator.

| RESULTADOS                                 |                 |                 |                 |                                   |                                  |
|--------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Parámetro                                  | Muestreos       |                 |                 | Unidades                          |                                  |
| Fecha                                      | 18/11/2019      |                 |                 | dd/mm/aa                          |                                  |
| Hora Inicio                                | 10:30           | 11:35           | 12:40           | hh:mm                             |                                  |
| Hora Fin                                   | 11:25           | 12:30           | 13:35           | hh:mm                             |                                  |
| Duración                                   | 00:55           | 00:55           | 00:55           | hh:mm                             |                                  |
| Sección Chimenea                           | 0,096 ± 0,001   |                 |                 | m²                                |                                  |
| Parámetros auxiliares                      |                 |                 |                 |                                   |                                  |
| O <sub>2</sub>                             | 8,2 ± 0,3       | 8,2 ± 0,3       | 8,3 ± 0,3       | % vol., b.s.                      |                                  |
|                                            | 621             | 653             | 614             | g/kWh                             |                                  |
| CO <sub>2</sub>                            | 7,1 ± 0,3       | 7,0 ± 0,3       | 7,1 ± 0,3       | % vol., b.s. O <sub>2</sub> med.  |                                  |
|                                            | 731             | 771             | 721             | g/kWh                             |                                  |
| Humedad                                    | 12,2 ± 0,3      | 12,1 ± 0,3      | 12,2 ± 0,3      | % vol., O <sub>2</sub> med.       |                                  |
| Peso molecular húmedo                      | 28,1 ± 0,01     | 28,1 ± 0,01     | 28,1 ± 0,01     | g/mol, b.h.                       |                                  |
| Temperatura chimenea                       | 433,8 ± 0,8     | 435,6 ± 0,8     | 441,4 ± 0,8     | °C                                |                                  |
| Presión en chimenea                        | 102,15 ± 0,05   | 102,06 ± 0,05   | 101,99 ± 0,05   | kPa                               |                                  |
| Velocidad                                  | 26,8 ± 1,4      | 26,7 ± 1,4      | 27,1 ± 1,4      | m/s                               |                                  |
| Caudal                                     | Actual          | 9.245           | 9.188           | 9.345                             | m³/h, b.h., O <sub>2</sub> med.  |
|                                            | Húmedo          | 3.601           | 3.567           | 3.596                             | Nm³/h, b.h., O <sub>2</sub> med. |
|                                            | Seco            | 3.161 ± 160     | 3.133 ± 166     | 3.157 ± 160                       | Nm³/h, b.s., O <sub>2</sub> med. |
| Isocinetismo                               | 110,0           | 106,0           | 104,0           | %                                 |                                  |
| Parámetros manuales caracterizados         |                 |                 |                 |                                   |                                  |
| Partículas <sup>(1)</sup>                  | <1,06           |                 |                 | mg/Nm³, b.s., O <sub>2</sub> med. |                                  |
|                                            | <0,0033         |                 |                 | kg/h                              |                                  |
| SO <sub>2</sub> <sup>(2)</sup>             | <1,54           | <1,82           | <1,82           | mg/Nm³, b.s., O <sub>2</sub> med. |                                  |
|                                            | <0,005          | <0,006          | <0,006          | kg/h                              |                                  |
|                                            | <0,01           | <0,01           | <0,01           | g/kWh                             |                                  |
| Parámetros in situ caracterizados          |                 |                 |                 |                                   |                                  |
| CO                                         | 562 ± 22        | 551 ± 21        | 535 ± 21        | mg/Nm³, b.s., O <sub>2</sub> med. |                                  |
|                                            | 1,78 ± 0,11     | 1,73 ± 0,11     | 1,69 ± 0,11     | kg/h                              |                                  |
|                                            | 3,0             | 3,1             | 2,8             | g/kWh                             |                                  |
| NO <sub>x</sub><br>(Como NO <sub>2</sub> ) | 319 ± 16        | 316 ± 16        | 312 ± 16        | mg/Nm³, b.s., O <sub>2</sub> med. |                                  |
|                                            | 1,01 ± 0,07     | 0,99 ± 0,07     | 0,99 ± 0,07     | kg/h                              |                                  |
|                                            | 1,7             | 1,8             | 1,6             | g/kWh                             |                                  |
| SO <sub>2</sub> <sup>(3)</sup>             | <15             | <15             | <15             | mg/Nm³, b.s., O <sub>2</sub> med. |                                  |
|                                            | <0,047          | <0,047          | <0,047          | kg/h                              |                                  |
|                                            | <0,08           | <0,08           | <0,08           | g/kWh                             |                                  |
| COT<br>(Compuestos Orgánicos Totales)      | 0,58 ± 0,01     | 0,59 ± 0,01     | 0,57 ± 0,01     | mg/Nm³, b.s., O <sub>2</sub> med. |                                  |
|                                            | 0,0018 ± 0,0001 | 0,0018 ± 0,0001 | 0,0018 ± 0,0001 | kg/h                              |                                  |
|                                            | 0,003           | 0,003           | 0,003           | g/kWh                             |                                  |
| CH <sub>4</sub>                            | <0,5            | <0,5            | <0,5            | mg/Nm³, b.s., O <sub>2</sub> med. |                                  |
|                                            | <0,0016         | <0,0016         | <0,0016         | kg/h                              |                                  |
|                                            | <0,003          | <0,003          | <0,003          | g/kWh                             |                                  |
| Opacidad Bacharach                         | 0 ± 1           | 0 ± 1           | 0 ± 1           | Ud. Escala Bacharach              |                                  |

Table 4. Natural gas engine emissions measurements.

### 9.3. Emissions comparison: Diesel vs Gas Engine

In the next table we can see a comparison between diesel engine of similar characteristics and gas engine with the data provided by the engine manufacturer (Siemens) obtained on the test bench.

|                                                | DIESEL |      | GAS   |      |
|------------------------------------------------|--------|------|-------|------|
| rpm                                            | 1800   | 1500 | 1800  | 1500 |
| Pme bar                                        | 11.26  | 12.3 | 11.26 | 12.3 |
| CO <sub>2</sub> g/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>  | 230    | 225  | 180   | 172  |
| NO <sub>x</sub> mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup> | 2400   | 2800 | 500   | 500  |
| Partículas mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>      | 50     | 65   | 20    | 20   |

Table 5. Emissions comparison Diesel vs Gas Engine.

We can see a clear reduction of NO<sub>x</sub> emissions, particulate matter and about 20% of CO<sub>2</sub> emissions.

A report is also included to compare the current emissions of the auxiliary engines of the vessel L'Audace during its calls at the port of Barcelona with those of the natural gas engine used in the EPT1 subactivity of the CORE LNGas Hive project.

In the Port of Barcelona, the vessel L'Audace makes around 50 calls a year, with an average duration of approximately 8h15m. Taking 2016 as a reference year, 49 calls were made, including 44 standard calls with an average of 8h12m +/-1h12m and 5 atypical calls of more than 10h, including one of 14h and another of 16h. For calculation purposes, the total time of standard stopovers is estimated at 410 hours/year.

The average emission of the diesel engines in the normal regime at 600kW of demand is 4.63 kgNO<sub>x</sub>/hour of scale, 37.97kgNO<sub>x</sub>/scale and 1,898.3kg NO<sub>x</sub>/year.

| Escalas | Demanda eléctrica media (kW) | Factor emisión (gNO <sub>x</sub> /kWh) | Emisión (kg/h) | Duración media escala (h) | Horas anuales escala (h) | Emisión por escala (kgNO <sub>x</sub> /esc) | Emisión total anual (kgNO <sub>x</sub> /a) |
|---------|------------------------------|----------------------------------------|----------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 50      | 600                          | 7,72                                   | 4,63           | 8,2h                      | 410                      | 37.97                                       | 1.898,3                                    |

Table 6. NO<sub>x</sub> Emissions in the diesel auxiliary Engines.

| Escalas | Demanda eléctrica media (kW) | Factor emisión (gNO <sub>x</sub> /kWh) | Factor de emisión (kg/h) | Duración media escala (h) | Horas anuales escala (h) | Emisión por escala (kgNO <sub>x</sub> /h) | Emisión total anual (kgNO <sub>x</sub> /h) |
|---------|------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 50      | 600                          | 1,7                                    | 0,99                     | 8,2h                      | 410                      | 8,12                                      | 405,9                                      |

Table 7. NO<sub>x</sub> Emissions in the natural gas engine.



The reduction of emissions during the operations of the vessel L'Audace while at berth, which can be achieved by replacing the use of the auxiliary diesel engines on board the vessel by a shore-side electricity supply produced by an auxiliary engine generator with natural gas fuel, can be very relevant. The results are shown in the table below.

| Escenario                         | Demanda eléctrica media (kW) | Factor emisión (gNOx/kWh) | Emisión (kg/h) | Emisión por escala (kgNOx/esc) | Emisión total anual (kgNOx/a) |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Actual con motores Diesel         | 600                          | 7,72                      | 4,63           | 37,97                          | 1.898,3                       |
| Alternativo con motor gas natural | 600                          | 1,7                       | 0,99           | 8,12                           | 405,9                         |
| Reducción de emisiones            |                              |                           |                |                                | 1.492,4                       |
|                                   |                              |                           |                |                                | -78,6%                        |

Table 8. NOx Emissions in the diesel auxiliary Engines vs natural gas engine.

Under these conditions, the annual emissions of the ship L'Audace in its approximately 50 calls at the port of Barcelona would be reduced by 1,492.4 kgNOx, representing **-78.6%** with respect to current emissions.

## 10. Conclusions

The main conclusions of the pilot performance of the EPT1 subactivity of the Core LNGas hive are:

- The natural gas engine generator has been tested, as well as the gas plant, in all 3 ports of Barcelona, Vigo and Santa Cruz de Tenerife.
- The ship has been supplied with the 100% of its electricity needs in all 3 ports.
- The natural gas engine generator has been tested at 110% capacity, in 8 different calls and with 2 different vessels, with 6-8 h of operation per call, without any relevant problem. The gas plant has supplied the necessary natural gas pressure to feed the engine in all demand ranges.
- A clear reduction in pollutant and greenhouse gas emissions has been detected, both on the test bench and in real operating tests.
- The electrical connections and communication between shore side and ship have worked properly, so that the necessary power could be provided to the ship, and the auxiliary diesel engines could be shut down during the pilots, without any major problems or blackouts.
- The problems detected are basically logistical problems in the LNG supply to the Canary Islands and the transport of all the equipment between the ports, which have lengthened the pilots more than desirable. The cable management solution should be studied further in the event of definitive implementation in other ports.



Figure 20. Liquefied natural gas supply (HAM in the Port of Barcelona).

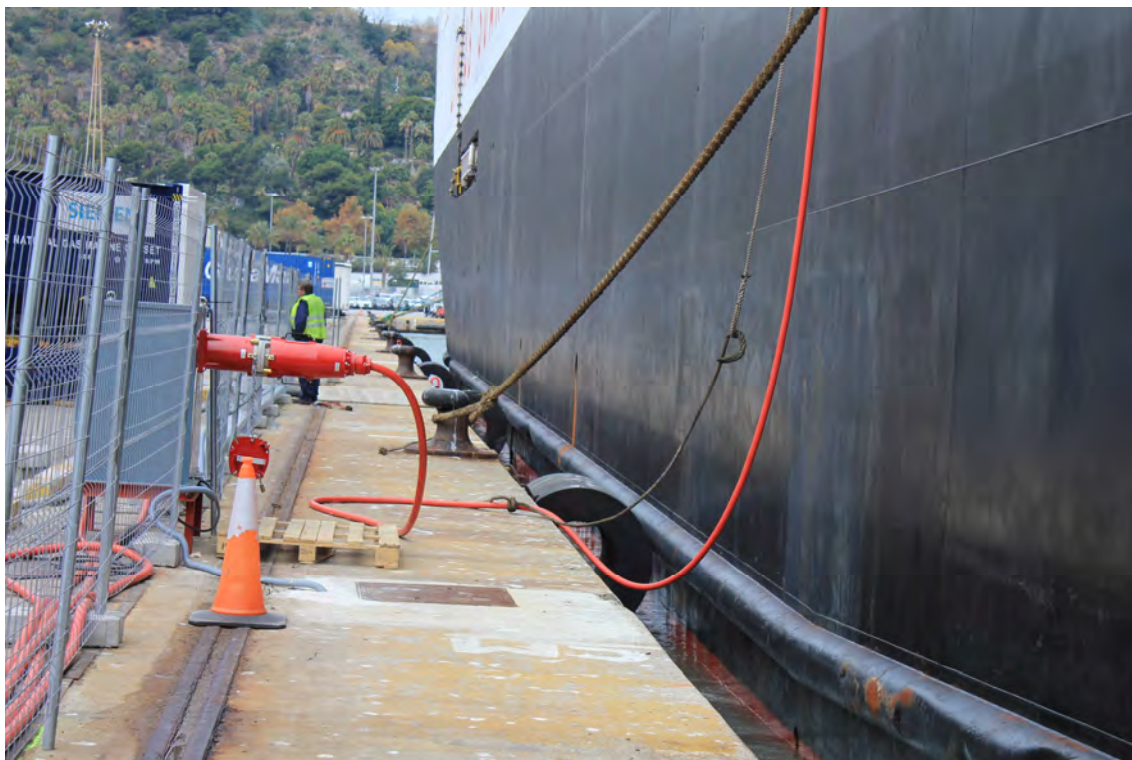


Figure 21. Electricity connection (Port of Barcelona).





Figure 22. Communication event (Port of Barcelona).



Figure 23. Pilot location in the Port of Vigo.



Figure 24. Pilot location in the Port of Santa Cruz de Tenerife.



Figure 25. Part of the technicians participating in the 3 pilots of the EPT1 sub-activity.





# PROYECTO DE BAJA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

## REDACCIÓN DEL PROYECTO:

Jose Julio Brossa Gutiérrez  
Ingeniero Industrial col. 203

## PETICIONARIO:

Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

## EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA:

Puerto de Santa Cruz de Tenerife junto a  
la Terminal de Carga Rodada (TCR) en  
el Muelle de la Ribera.  
Tenerife, Canarias, España

## FECHA:

Marzo 2019





# Memoria Descriptiva



# ÍNDICE

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.- ANTECEDENTES</b>                                          | <b>5</b>  |
| <b>2.- OBJETO DE PROYECTO</b>                                    | <b>5</b>  |
| <b>3.- PROMOTOR, PETICIONARIO Y/O TITULAR DE LA INSTALACION</b>  | <b>7</b>  |
| <b>4.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</b>                             | <b>7</b>  |
| <b>5.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN QUE SE PROYECTA</b> | <b>8</b>  |
| <b>6.- PROGRAMA DE NECESIDADES Y SOLUCIÓN ADOPTADA</b>           | <b>9</b>  |
| 6.1.- PROGRAMA DE NECESIDADES                                    | 9         |
| 6.2.- PREVISIÓN DE CARGAS                                        | 10        |
| 6.3.- SOLUCIÓN ADOPTADA                                          | 10        |
| <b>7.- REGLAMENTOS Y NORMAS DE APLICACIÓN</b>                    | <b>10</b> |
| <b>8.- SUMINISTRO DE ENERGÍA</b>                                 | <b>11</b> |
| <b>9.- CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO GENERADOR PRINCIPAL GNL</b>     | <b>11</b> |
| 9.1.- INTERCONEXIONADO ELECTRIC DEL GRUPO ELETROGÉNO GNL         | 21        |
| 11.1.1 PROGRAMA DE NECESIDADES. GRUPO ELECTROGENO AUXILIAR       | 21        |
| 11.1.2 PREVISIÓN DE CARGAS                                       | 21        |
| 11.1.3 SOLUCIÓN ADOPTADA                                         | 22        |
| 11.1.4 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES: GRUPO ELECTROGENO AUXILIAR   | 22        |
| 11.1.5 LINEA INDIVIDUAL DEL GENERADOR (LIG)                      | 23        |
| 9.2.- LOCAL DE LA UNIDAD MÓVIL DE GENERACIÓN                     | 26        |
| <b>10.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>                             | <b>27</b> |
| <b>11.- OTRAS INSTALACIONES VINCULADAS</b>                       | <b>27</b> |
| <b>12.- INFLUENCIAS EXTERNAS</b>                                 | <b>27</b> |
| <b>13.- ACOMETIDA</b>                                            | <b>28</b> |
| <b>14.- CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)</b>                     | <b>28</b> |
| <b>15.- INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI)</b>     | <b>28</b> |
| <b>16.- LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)</b>                  | <b>28</b> |
| <b>17.- EQUIPOS DE MEDIDA (EM)</b>                               | <b>28</b> |
| <b>18.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI)</b>                           | <b>28</b> |
| <b>19.- LINEA INDIVIDUAL DEL GENERADOR (LIG)</b>                 | <b>28</b> |
| <b>20.- DISPOSITIVO DE CONTROL DE POTENCIA</b>                   | <b>32</b> |

VISADO TF29197/00  
FECHA 18-03-2019  
Pag. 3 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



## 21.- DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN (CUADROS)

\_\_\_\_\_ 32

22.- INSTALACIÓN INTERIOR \_\_\_\_\_ 32

23.- INSTALACIONES DE USO COMÚN \_\_\_\_\_ 32

24.- INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA \_\_\_\_\_ 32

25.- INSTALACIONES EN ZONAS ATEX \_\_\_\_\_ 32

26.- INSTALACIONES EN EMPLAZAMIENTOS HÚMEDOS Y/O MOJADOS \_\_\_\_\_ 32

27.- INSTALACIONES EN EMPLAZAMIENTOS CON RIESGO DE CORROSIÓN \_\_\_\_\_ 34

28.- INSTALACIONES EN EMPLAZAMIENTOS POLVORIENTOS SIN RIESGO DE INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN \_\_\_\_\_ 34

29.- INSTALACIONES EN EMPLAZAMIENTOS TEMPERATURA ELEVADA O MUY BAJA \_\_\_\_\_ 34

30.- INSTALACIONES EN PISCINAS Y FUENTES \_\_\_\_\_ 34

31.- INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR \_\_\_\_\_ 34

32.- INSTALACIONES DE MÁQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE \_\_\_\_\_ 34

33.- INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA \_\_\_\_\_ 34

34.- INSTALACIONES GENERADORAS DE BT \_\_\_\_\_ 35

35.- APARATOS DE CALDEO \_\_\_\_\_ 35

36.- CABLES Y FOLIOS RADIANTES \_\_\_\_\_ 35

37.- AIRE ACONDICIONADO \_\_\_\_\_ 35

38.- AGUA CALIENTE SANITARIA \_\_\_\_\_ 35

39.- CLIMATIZACIÓN \_\_\_\_\_ 35

40.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MUEBLES \_\_\_\_\_ 35

41.- INSTALACIÓN DE BAÑERAS DE HIDROMASAJE, CABINAS DE DUCHA Y APARATOS ANÁLOGOS \_\_\_\_\_ 35

42.- SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN \_\_\_\_\_ 36

43.- PUESTA A TIERRA \_\_\_\_\_ 36

43.1.- PUESTA A TIERRA DEL GRUPO ELECTRÓGENO \_\_\_\_\_ 36

43.4.- PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS \_\_\_\_\_ 37

43.5.- PUESTA A TIERRA DE NEUTRO DE CADA GENERADOR \_\_\_\_\_ 38

43.6.- CONDICIONES DE PUESTA A TIERRA EN OBRA \_\_\_\_\_ 38

44.- SISTEMA DE PROTECCIÓN FRENTE AL RAYO \_\_\_\_\_ 38

VISADO TF29197/00  
FECHA 18-03-2019  
Pag. 4 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo de acuerdo con la normativa aplicable.



Descriptiva

|                                                                                                                                                  |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>45.- EQUIPOS DE CORRECCIÓN DE ENERGÍA REACTIVA</b>                                                                                            | <b>38</b> |
| <b>46.- SUMINISTRO DE ENERGÍA FOTOVOLTÁICA</b>                                                                                                   | <b>39</b> |
| <b>47.- RUIDO</b>                                                                                                                                | <b>39</b> |
| 47.1.- CARACTERÍSTICAS SONORAS DE LOS GRUPOS                                                                                                     | 39        |
| 47.2.- NIVEL DE RUIDO PERMITIDO.                                                                                                                 | 40        |
| <b>48.- PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES</b>                                                                                                      | <b>41</b> |
| 48.1.- CONTENIDO BÁSICO DE LA LEY 31/1995 DE 8 DE NOVIEMBRE (OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN)                                                      | 41        |
| 48.2.- REAL DECRETO 1627/1997 DE 24 DE OCTUBRE, POR EL QUE SE ESTABLECEN DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN | 42        |
| Seguridad e Higiene en el Trabajo. Señalización de los centros de trabajo (R.D. 485/1997)                                                        | 42        |
| Anexo I: Disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el lugar de trabajo                       | 43        |
| Anexo II: Colores de Seguridad                                                                                                                   | 44        |
| Anexo III: Señales en forma de panel                                                                                                             | 45        |
| <b>49.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>                                                                                                  | <b>47</b> |
| <b>50.- PLIEGOS DE CONDICIONES</b>                                                                                                               | <b>47</b> |
| <b>51.- ASPECTOS AMBIENTALES</b>                                                                                                                 | <b>47</b> |
| <b>52.- PLANOS</b>                                                                                                                               | <b>47</b> |
| <b>53.- PLAZO DE PUESTA EN MARCHA</b>                                                                                                            | <b>48</b> |
| <b>54.- PRESUPUESTO</b>                                                                                                                          | <b>48</b> |

VISADO TF29197/00  
FECHA 18-03-2019  
Pag. 5 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

## 1.- ANTECEDENTES

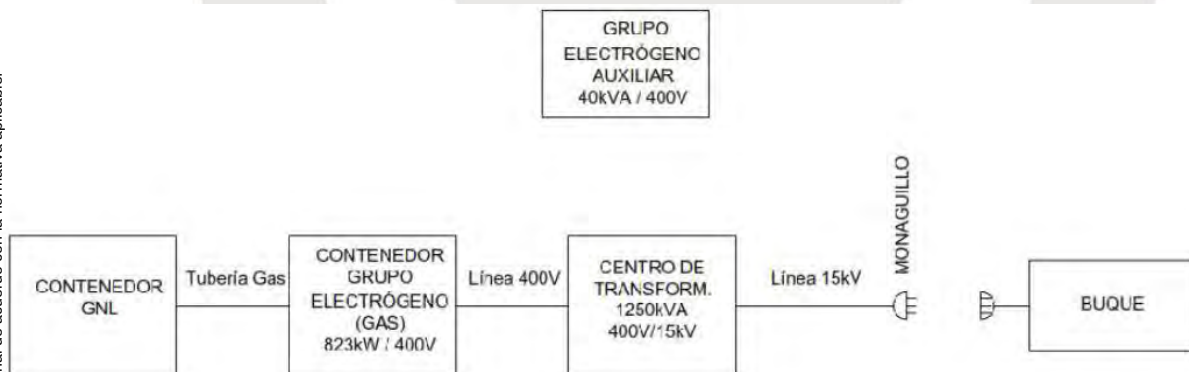
La Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife desea definir los requerimientos mínimos que debe de cumplir la implantación de los diferentes equipos que componen una Unidad Móvil de Generación de energía eléctrica con alimentación por GNL para el suministro eléctrico desde tierra a buques.

Esta planta será una planta piloto, dentro del proyecto Core LNGas hive, dentro del programa de reducción de combustibles contaminantes y su sustitución por combustibles más limpios, como el GN; de esta forma se reduce la dependencia del petróleo y de las emisiones al medio ambiente.

El sistema de generación eléctrica a gas natural proporcionará la energía eléctrica necesaria para mantener funcionando variedad de equipos a bordo del buque mientras este está atracado en el puerto, permitiendo la parada total o parcial de sus generadores diésel.

La instalación se compondrá de los siguientes equipos y componentes principales:

- Planta Compacta de Almacenamiento y Gasificación de GNL.
- Unidad Sistema Motor-Alternador de funcionamiento a Gas Natural (Grupo
- Electrógeno principal).
- Grupo electrógeno auxiliar para alimentar sistemas auxiliares.
- Instalaciones de interconexión auxiliares: mangueras de GN y GNL, depósito gasoil para el grupo electrógeno auxiliar, etc.
- Línea de interconexión BT (400V)
- Centro de Transformación Elevador (400V/15kV)
- Línea de interconexión MT (15kV)
- Toma de corriente tipo "Monaguillo" (15kV) para conexión del buque.

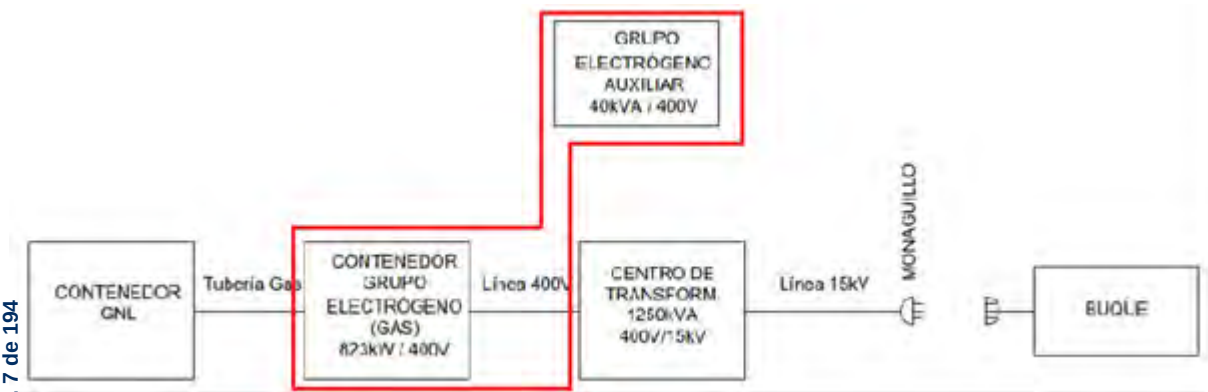


## 2.- OBJETO DE PROYECTO

En el apartado anterior se muestra la totalidad del sistema móvil, pero es necesario indicar que en este documento se describirá la instalación del:

- **Unidad Sistema Motor-Alternador de funcionamiento a Gas Natural. (Grupo generador de 823 kW)**
- **Grupo electrógeno de alimentación auxiliar.**
- **Instalación eléctrica de Baja Tensión**

No siendo objeto del mismo, el sistema de GNL, el centro de transformación, ni la instalación de MT, es decir, el objeto de este proyecto será:



NOTA: La obra se realizará en una sola fase, aunque su redacción se ha recogido en 3 proyectos diferentes:

- Proyecto Planta Satélite De GNL en Contenedor Marítimo
- Proyecto de Baja Tensión para satélite GNL Puerto de Santa Cruz de Tenerife
- Proyecto de Media Tensión para Planta Satélite GNL Puerto De Santa Cruz De Tenerife

Esto se ha realizado de esta manera dada la diferencia de contenidos de cada uno de ellos y para facilitar la legalización de cada parte. Como se ha indicado en este proyecto se reflejará sólo la parte de Baja Tensión.

Sabiendo esto, en este documento no se pretende definir las características técnicas de cada uno de los elementos del sistema, ya que, esta será aportada por sus respectivos fabricantes, e incluida en este documento.

El objeto de este escrito es documentar el cumplimiento de las condiciones técnicas necesarias para la instalación, implantación e interconexión para realizar y usar la instalación en condiciones de seguridad y la justificación del cumplimiento de la normativa vigente.

En este caso, queda fuera del alcance de presente proyecto la implantación de la unidad en otra ubicación o la implantación de otros equipos o instalaciones que no estén descritos en presente proyecto y/o que no sirvan para el funcionamiento propio de la unidad.

Quedan igualmente excluidas de la presente descripción y certificación las instalaciones eléctricas de alimentación al buque situadas a continuación del elemento denominado "monaguillo", que es el último elemento que se ubica en tierra, ya que a partir de este punto serán de aplicación de reglamentación para equipos de uso navío

Por este motivo, se encarga al Técnico que suscribe, la redacción del presente proyecto, en el que se exponen los datos de la obra a realizar, describiéndola, definiendo los cálculos necesarios y demás características técnicas para la ejecución de la misma.

Además, con la presentación de este proyecto y demás documentación necesaria se pretende obtener los oportunos permisos técnicos y administrativos de las entidades y organismos oficiales para la legalización de dicha instalación.

### 3.- PROMOTOR, PETICIONARIO Y/O TITULAR DE LA INSTALACION

Se estudia y se redacta este anteproyecto a petición de:

|               |                                                                  |
|---------------|------------------------------------------------------------------|
| Razón Social: | <b>Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, S.A.</b>       |
| CIF:          | <b>Q3867002B</b>                                                 |
| Dirección:    | <b>Av. Francisco La Roche, 49, 38801, Santa Cruz de Tenerife</b> |
| Contacto:     | <b>922 60 54 87</b>                                              |

### 4.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La instalación estará situada en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife junto a la Terminal de Carga Rodada (TCR) en el Muelle de la Ribera cuya dirección es **Av. Francisco La Roche, 49, 38801, Santa Cruz de Tenerife**

En la siguiente imagen se muestra concretamente la situación de la obra. Para mayor detalle, ver los planos.



Coordenadas UTM:

- 28R
- 378170.12 m E



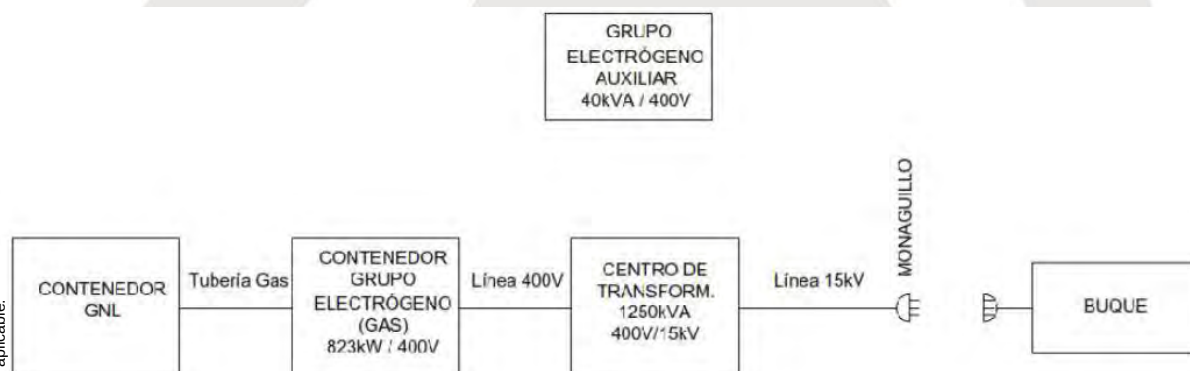
- 3150441.78 m N

## 5.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN QUE SE PROYECTA

Como sea indicado, la unidad móvil de generación de energía eléctrica con alimentación de GNL para suministro de energía a buque desde tierra se compondrá de los siguientes equipos y componentes principales:

- Unidad Sistema Motor-Alternador de funcionamiento a Gas Natural. (Grupo electrógeno principal)
- Planta Compacta de Almacenamiento y Gasificación de GNL.
- Centro de Transformación Elevador (400V / 15kV).
- Grupo electrógeno auxiliar para alimentar sistemas auxiliares.
- Instalaciones de interconexión auxiliares: mangueras de GN y GNL, depósito gasoil para el grupo electrógeno auxiliar, etc.
- Línea de interconexión BT (400V)
- Instalaciones de interconexión MT (15 kV)
- Toma de corriente tipo "Monaguillo" (15 kV) para conexión del buque.

De manera esquemática:



El sistema estará formado por 4 estructuras principales:

- Contenedor de GNL (contenedor de 40 pies)
- Contenedor de Grupo Electrógeno principal (contenedor de 40 pies)
- Grupo electrógeno auxiliar
- Centro de transformación

El GNL se trasegará mediante un equipo dotado de bomba criogénica y a través de una manguera de líquido entre la cisterna y el depósito (no habrá conexión de la fase gas entre la cisterna y el depósito).

El motor y los dos depósitos de GNL se colocarán en 2 contenedores de 40 pies cada uno, que estarán sobre muelle. En uno de los contenedores se ubicará el sistema del motor de GN, y en el otro contenedor se ubicarán los dos depósitos de 5 m<sup>3</sup> cada uno.

En el contenedor de GNL se ubicarán dos depósitos de 5m<sup>3</sup> cada uno. Uno se llenará de GNL y segundo se usará como reservorio de presión (GN), el cual servirá de respaldo y para equiparar las

presiones en ambos depósitos. Además, dentro del mismo contenedor existe un sistema de vaporización.

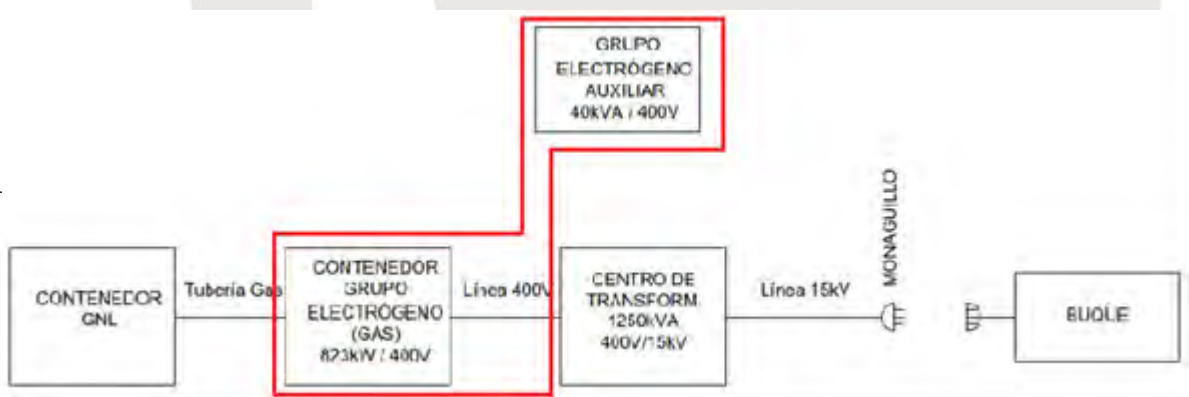
La Unidad Motor-Alternador estará ubicada en su propio contenedor. Este contenedor se alimentará de gas natural procedente del contenedor vecino de GNL y enviará la energía generada a 400V al Centro de Transformación a través de cable tipo XZ1-K (cable especial para servicios móviles de BT), el cual elevará la tensión a 15kV y conectará con el monaguillo mediante cable con aislamiento con goma 3GI3 y cubierta de PVC (cable especial para servicios móviles de MT).

Además de la unidad motor-alternador principal, existirá un grupo electrógeno auxiliar para proporcionar electricidad al generador principal y sistemas de control de los depósitos.

Además de la unidad motor-alternador principal, existirá un grupo electrógeno auxiliar para proporcionar electricidad al generador principal y sistemas de control de los depósitos.

Retomando lo indicado en el objeto del proyecto, en este proyecto se definirá la instalación de BT, es decir:

- Unidad Sistema Motor-Alternador de funcionamiento a Gas Natural. (Grupo generador de 823 kW)
- Grupo electrógeno de alimentación auxiliar.
- Instalación eléctrica de Baja Tensión



## 6.- PROGRAMA DE NECESIDADES Y SOLUCIÓN ADOPTADA

### 6.1.- PROGRAMA DE NECESIDADES

Como se ha indicado anteriormente, se necesita un sistema que proporcione la energía eléctrica necesaria para mantener funcionando variedad de equipos a bordo de un buque mientras este está atracado en el puerto, permitiendo la parada total o parcial de sus generadores diésel.

## 6.2.- PREVISIÓN DE CARGAS

En este caso no se realizará una previsión de carga ya que la instalación no se encuentra recogida en ninguna de las categorías indicadas en la ITC-BT-10, sino que se calculará la instalación para la máxima capacidad del grupo generador GNL disponible, es decir, **823kW**, puesto que el alternador del grupo es el alternador LEROY SOMER modelo LSAM50.2 M6, que proporciona una potencia eléctrica máxima de 823kWe a  $\cos\phi=1$  generando dicha potencia a una tensión de 400Vca y a 50Hz de frecuencia.

## 6.3.- SOLUCIÓN ADOPTADA

De acuerdo a la demanda necesaria para alimentar eléctricamente a la variedad de equipos del buque mientras esté atracado, se opta por instalar un **Grupo Motogenerador**, formado por un **motor SIEMENS modelo SGE-56SL**, alimentado a Gas Natural y alternador **LEROY SOMER modelo LSAM50.2 M6** unidos en una bancada metálica, diseñados para proporcionar una potencia eléctrica máxima de **823 kWe a  $\cos\phi=1$**  generando dicha potencia a una tensión de 400Vca y a 50Hz de frecuencia.

El grupo electrógeno enviará la energía generada a 400 V al Centro de transformación elegido de 1250kVA (1000kW) por lo que permitirá la transformación de 823kW con holgura y cubriendo la demanda de energía eléctrica necesaria para mantener funcionando variedad de equipos a bordo del buque.

## 7.- REGLAMENTOS Y NORMAS DE APLICACIÓN

Esta instalación se ha proyectado de acuerdo con la reglamentación siguiente:

- **Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto**, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (en adelante REBT'02) y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC).
- **Guía Técnica de aplicación** al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- **Decreto 141/2009, de 10 de noviembre**, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.
- **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo**, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- **Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre**, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- **Orden de 13 de julio de 2007**, por la que se modifica el anexo IX "Guía de contenidos mínimos en los proyectos de instalaciones receptoras de BT", del Decreto 161/2006, de 8 de noviembre, que regula la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- **Norma Europea UNE 12464.1** sobre iluminación para Interiores
- **RoHS Directiva 2002/95CE**: Restricciones de la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- **Norma UNE-EN 60617**: Símbolos gráficos para esquemas.
- **Norma UNE 21144-3-2**: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
- **Ordenanza Municipal de Protección del Medio Ambiente frente a Ruidos y Vibraciones** del Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife

VISADO TF29197/00  
FECHA 18-03-2019  
Pag 11 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

- **Ley 31/1995, de 8 de noviembre**, de prevención de riesgos laborales; modificaciones por Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- **Real Decreto 1.627/1997, de 24 de octubre**, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- **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, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos.
- **Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos** relativos a la utilización de lugares de trabajo, que adopta la norma UNE 12464.
- **Normas UNE** declaradas de obligado cumplimiento.
  - UNE 60210 Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)
  - UNE 60670 Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bares
  - UNE 60079 Atmósferas explosivas
  - UNE 60228 Conductores de cables aislados
  - UNE 60332 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego.
  - UNE 60332 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego.
  - UNE 60364 Instalaciones eléctricas de baja tensión
  - UNE 60529 Grados de protección proporcionados por las envolventes
  - UNE 62305 Protección contra el rayo

## 8.- SUMINISTRO DE ENERGÍA

La energía eléctrica en baja tensión será suministrada por el grupo generador, cuyas características de suministro son:

Tensión nominal: 230V / 400V  
 Frecuencia nominal: 50 Hz  
 Servicio: Instalación aislada  
 Tipo de régimen de neutro: TT

## 9.- CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO GENERADOR PRINCIPAL GNL

El grupo generador no tendrá conexión con la Red de Distribución Pública, por lo que según la ITC-BT-40 del REBT, la instalación de dicho grupo está clasificada como "Instalación aislada".

El grupo estará dispuesto en una zona de acceso restringida con protección mediante vallado, permitiendo el paso solo al personal cualificado. Se ubicará en el interior de un contenedor y formado por los siguientes componentes principales:



### 1.1.1.- Grupo Motogenerador

Formado por motor Siemens modelo SGE-56SL alimentado a Gas Natural y alternador Leroy Somer modelo LSAM50.2 M6 unidos en una bancada metálica, diseñados para proporcionar una potencia eléctrica máxima de 823 kWe a  $\cos\phi$  1 generando dicha potencia a una tensión de 400 V.c.a. y a 50hz de frecuencia.

### 1.1.2.- Cuadro de Control y Potencia

Para control, maniobra y seguridad de todos los componentes del suministro mediante un automatismo dedicado, interruptor de protección del generador. Está formado por 1 módulo con un interruptor de potencia y de 2 cuadros más pequeños para el control del motor y de los servicios auxiliares propios del contenedor comunicados entre sí e instalados en un recinto específicamente preparado para este fin. El módulo de potencia está destinado a albergar principalmente el interruptor de potencia del grupo y está destinado para realizar protección eléctrica del grupo, mientras que uno de los cuadros alberga el control de los servicios auxiliares y el otro incluye un controlador dedicado para el control propio del grupo.

En el panel frontal del módulo de control se encuentra la pantalla táctil de interface del usuario con la máquina. Y a través de ella se accede a la visualización y control de los parámetros de la instalación.

### 1.1.3.- Rampa de gas

El combustible llegará al sistema de alimentación del motor a través de un conjunto de elementos de acondicionamiento y seguridad para gas. A la rampa se le deberá aportar combustible en las condiciones adecuadas.

Los principales componentes son:

- Válvula manual de corte de combustible, a instalar fuera del contenedor
- Filtro de partículas
- Regulador
- Válvulas solenoides
- Control de fugas y control de estanqueidad
- Manómetros, termómetros, válvulas de pulsador, etc...

VISADO TF29197/00  
FECHA 18-03-2019  
Pag. 13 de 194

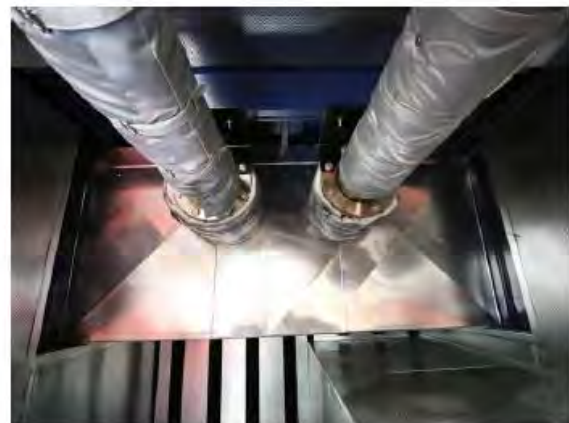
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Esta rampa de gas está situada en un hueco/armario específico para ella, adecuadamente ventilado, ubicado en un lateral del contenedor, como se muestra a continuación.



#### 1.1.4.- Circuito de los Gases de escape

En él se instala un silencioso, que atenuará el nivel acústico producido por los gases de escape a su salida del motor. Este silencioso está ubicado en el interior del propio contenedor.



#### 1.1.5.- Contenedor

El contenedor, que está insonorizado, alberga todos los componentes anteriormente descritos, y según el alcance más completo que se verá posteriormente.

Está dividido en 3 zonas en función de los equipos / funciones a desarrollar.

- La sala de cuadros de control, servicios auxiliares y protección, principalmente destinada a ubicar los cuadros mencionados, y que se encuentra en un extremo del contenedor, y al que se accede para maniobras desde el exterior a través de una puerta de 2,10m de altura libre.

El de los cuadros está dotado de ventilación inducida. El armario de la rampa dispone de ventilación natural. Dispone de alumbrado normal y de emergencia.



- La sala del grupo generador; es el volumen del contenedor, considerado como tal. En ella se ubica el grupo motor-alternador, el depósito de aceite y otros accesorios; tales como sistema de refrigeración. Dispone de 2 zonas de acceso a la sala motor, con diferentes puertas dobles de 2,5 de altura aproximadamente, que permite acceso para mantenimiento, reparación o sustitución de cualquier componente de los equipos integrados. El recinto del grupo está dotado de una ventilación forzada. Tal y como se ha comentado anteriormente, en el techo del interior de la sala del grupo de generación, se instalará el silencioso de gases de escape. Todo el conjunto de elementos esta calorifugado, para evitar riesgos de quemaduras a los operarios que deban acceder a la zona. La instalación se deberá terminar con un conducto de escape (pico de pato), colocado en el lateral exterior de salida de los gases de escape. Igualmente se evitarán las aristas metálicas vivas que pueden producir cortes y heridas al personal



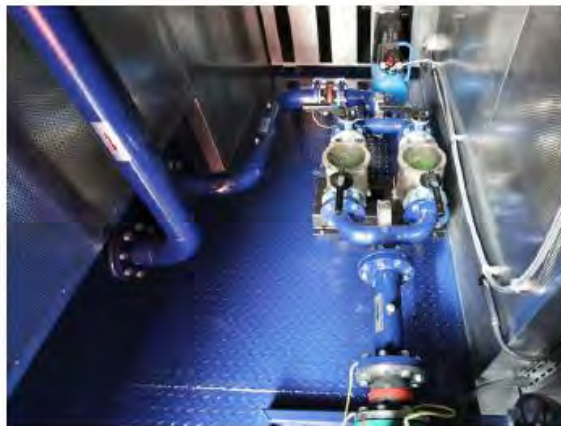
- Armario lateral, abierto solamente al exterior con puerta de rejilla, en cuyo interior se coloca la rampa de gas.

La cubierta del contenedor en ningún caso se trata de una cubierta transitable ni para montaje del equipamiento ni para operaciones de mantenimiento que pueda estar programado. Cuando sea preciso acceder a la cubierta, deberá hacerse mediante medios de elevación mecánicos auxiliares.



### 1.1.6.- Sistema de refrigeración

Formado por intercambiadores de placas, uno para Alta temperatura y otro para Baja temperatura, que con la ayuda de las bombas conseguirán la refrigeración del motor gracias al agua marina que circulará por el circuito secundario de dichos intercambiadores.



Estos equipos, así como el resto de elementos necesarios para la correcta circulación y calidad del agua, tal y como se ha mencionado en el punto anterior, van integrados en el contenedor y conectados hidráulica y eléctricamente (aquellos que así lo precisen para su funcionamiento), a las tuberías de refrigeración y al cuadro de control y potencia.

### 1.1.7.- Sistemas de seguridad

El contenedor está dotado de un sistema de seguridad que contempla tanto la detección de incendio, como de detección de gas.

## 1.2. DESCRIPCIÓN MEDIDAS DE SEGURIDAD DEL GRUPO CONTENERIZADO

VISADO TF29197/00  
FECHA 18-03-2019  
Pag. 16 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



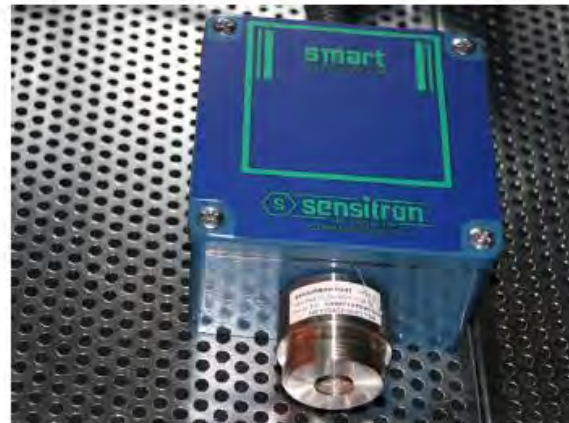
### 1.2.1.- Sistema de detección de gas

El grupo contenerizado utiliza Gas Natural como combustible. En un funcionamiento normal el gas estará confinado dentro de las tuberías y equipos diseñados para tal fin, pero cabe la posibilidad de que en situaciones anómalas de funcionamiento se produzcan fugas de gas. Previendo dicha eventualidad el contenedor se ha diseñado de tal forma que no se puedan formar atmósferas explosivas con peligro de deflagración en su interior. Se han incluido los siguientes elementos de diseño persiguiendo este objetivo:

- La rampa de gas se ha ubicado en la zona exterior del contenedor, de tal forma que eventuales fugas en este equipo sean venteadas a la atmósfera. No obstante, este recinto dispone de un detector de gas para evitar que se formen atmósferas explosivas.
- En otras zonas del contenedor no es posible el diseño abierto a atmósfera, se forma, por tanto, un volumen cerrado del contenedor con posible presencia de gas en caso de fuga; éste se identifica como la sala del motor, y cuenta con equipo de ventilación capaz de renovar el aire evitando la formación de concentraciones de gas. Además, la sala del motor está dotada con un sistema de detección de gas, compuesta por 1 sensor capaz de detectar varios niveles de concentración de gas, siempre por debajo del LEL (límite inferior de explosividad). Esto permitirá la detección de fugas antes de que se alcancen concentraciones peligrosas de gas y que se lleven a cabo acciones correctoras.
- La sala de cuadros no tiene peligro de presencia de gas, pues no está en contacto directo con el gas, no obstante, dispone igualmente de un detector de gas, por seguridad.
- Las maniobras de seguridad están diseñadas de tal forma que en caso de detección de presencia de gas en el ambiente se llevarán a cabo una serie de acciones automáticas destinadas a impedir la formación de atmósferas explosivas (ventilación, corte del gas), así como de prevenir una eventual explosión.

El sistema de detección está formado por los siguientes elementos:

- Detector de fugas de gas en la sala del motor generador:



- Detector de fugas de gas en la sala de control:



- Detector de fugas de gas en el armario de la rampa de gas:



En caso de detectarse el nivel de alarma, aunque todavía estemos lejos del nivel considerado susceptible de generar una atmósfera explosiva consideramos que la fuga de gas es suficientemente peligrosa, por lo que se produce una parada inmediata del grupo moto-generator y todos sus periféricos.



Centralita de gas

- Detector de humos en la sala del motor generador:



- Detector de humos en la sala de control:



- Detector de humos en el armario de la rampa de gas:



VISADO TF29197/00  
FECHA 18-03-2019  
Pag. 19 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



### 1.2.3.- Paradas de emergencia

Existen dos setas de emergencia dentro del contenedor, junto al cuadro de control y en la caja AC.GS.G60 sobre motor, ambas accesibles; la primera al entrar en la sala de control y la segunda al abrir las puertas del lateral izquierdo a la sala de acceso al motor.

La activación de las setas de emergencia está diseñada para detener, en una situación de emergencia, el equipo principal del grupo contenerizado; el grupo moto-generador.



### 1.2.4 Acceso al contenedor

**La entrada al contenedor es únicamente para personal autorizado.**

La entrada principal del contenedor se encuentra en el lateral que limita la sala de control. Desde ahí se accede a la sala de gestión y gobierno del equipo, que es el espacio habilitado para la operación del grupo cuando esté en funcionamiento. Deberá estar siempre cerrada con objeto de permitir el correcto funcionamiento de los medios de seguridad.

**La sala del motor** no es un espacio acondicionado para la estancia y el trabajo continuo de los operarios. Para el acceso a ella se han diseñado dos portones laterales a cada lado del contenedor.

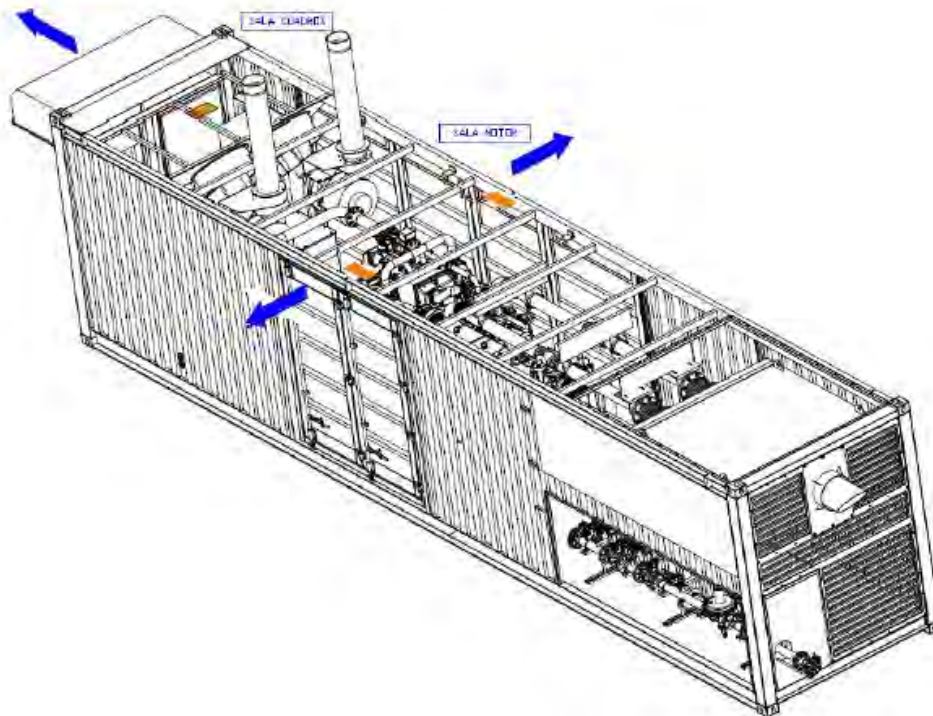
En situaciones que requieran una presencia del operario dentro de dicha sala, como operaciones de mantenimiento, es necesario por razones de seguridad y de ergonomía **que se abran los portones laterales** y se sujeten con los enganches de seguridad. Este requerimiento debe respetarse especialmente en caso de trabajos prolongados y a realizar en la parte más alejada del acceso principal.





### Descriptiva

Para cuando se deba proceder al mantenimiento, a continuación se indican las luminarias de emergencia existentes y las salidas del contenedor.



Rutas de evacuación e iluminación de emergencia

### 1.3 Ventilación

- Sala motor

La entrada de aire se hace de manera forzada mediante la utilización dos ventiladores, colocados en la sala motor junto a la sala de control.



La salida se realiza por sobrepresión por el frente opuesto a la entrada.

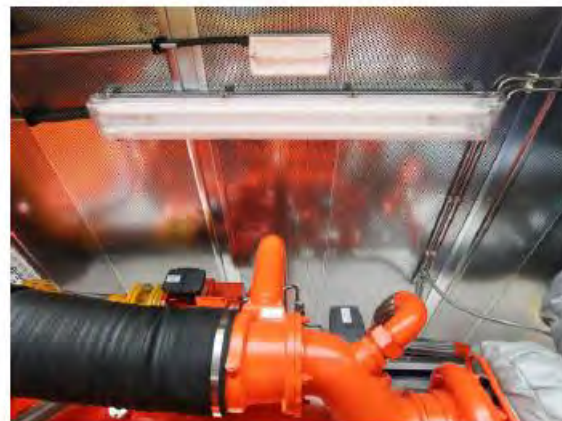
- **Sala de cuadros**

La entrada de aire se hace de manera forzada mediante la utilización dos ventiladores, colocados en la sala motor junto a la sala de control.



#### 1.4 Iluminación de la máquina

El interior del contenedor está dotado de iluminación, tanto alumbrado como emergencia.



### 9.1.-INTERCONEXIONADO ELECTRIC DEL GRUPO ELETROGÉNO GNL

#### 11.1.1 PROGRAMA DE NECESIDADES. GRUPO ELECTROGENO AUXILIAR

Para que el grupo generador GNL pueda arrancar y operar de forma continua y segura durante la operación, los equipos eléctricos del contenedor se alimentarán a través de la siguiente fuente de alimentación:

**Alimentación a 400Vac desde un GRUPO ELECTRÓGENO AUXILIAR.** Para abastecer eléctricamente a los servicios auxiliares del grupo generador interiores del contenedor (bombas, ventiladores, centralita de incendio, gas, iluminación, extractor ) será necesario la alimentación a través de un grupo electrógeno auxiliar, cuyas especificaciones se mostrarán a continuación.

#### 11.1.2 PREVISIÓN DE CARGAS



En base a la información facilitada por el cliente receptor del presente proyecto, los servicios auxiliares necesarios (bombas, ventiladores, centralita de incendio, gas, iluminación, extractor) para el funcionamiento propio del grupo generador de combustible Gas Natural, demandarán un consumo simultáneo de **14 kW** en baja tensión.

No obstante, en este caso no se realizará una previsión de carga ya que la instalación no se encuentra recogida en ninguna de las categorías indicadas en la **ITC-BT-10**, por lo que se utilizará para la justificación de la instalación entre el grupo electrógeno auxiliar y el grupo generador de GNL la máxima potencia que puede proporcionar el grupo electrógeno auxiliar de **32 kW**.

### 11.1.3 SOLUCIÓN ADOPTADA

Para la alimentación eléctrica de este consumo, se procederá a instalar un grupo electrógeno auxiliar que generará la energía eléctrica en baja tensión y así cubrir la demanda de los 14 kW de servicios auxiliares de los equipos eléctricos interiores del contenedor.

Dicho grupo electrógeno seleccionado es de gasoil de capota insonorizado, marca **EUROPA/ QAS 40 ST3** de las siguientes características principales:

Potencia máxima prevista ..... 32 kW  
 Factor transitorio de arranque ..... 1,25  
 Factor de potencia ( $\cos\phi$ ) ..... 0,80  
 Factor de pérdida por encapsulado ..... 1,20  
 Potencia del generador ..... 40 kVA  
 Marca/modelo ..... GRUPOS ELECTROGENO EUROPA/ QAS 40 ST3

### 11.1.4 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES: GRUPO ELECTROGENO AUXILIAR

| DATOS TÉCNICOS                                                                               |          |                       |                       |                         |          |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|----------|----------------------|
| Datos eléctricos                                                                             |          | QAS 14                | QAS 20                | QAS 30                  | QAS 40   | QAS 60               |
| Frecuencia nominal (1)                                                                       | Hz       | 50   60               | 50   60               | 50   60                 | 50       | 50   60              |
| Tensión nominal (2)                                                                          | V        | 400   480             | 400   480             | 400   480               | 400      | 400   480            |
| Potencia continua (PRP)                                                                      | kVA / kW | 13,6 / 11   16 / 13   | 20 / 16   24,3 / 19,5 | 30 / 24   36 / 29       | 40 / 32  | 60 / 48   67 / 54    |
| Potencia en stand-by nominal (ESP)                                                           | kVA / kW | 15 / 12   17,6 / 14,3 | 22 / 18   27 / 21,5   | 33 / 26   40 / 32       | 44 / 35  | 66 / 53   74 / 59    |
| Factor de potencia $\cos\phi$                                                                |          | 0,8                   | 0,8                   | 0,8                     | 0,8      | 0,8                  |
| Intensidad nominal (PRP)                                                                     | A        | 19,6   19,3           | 29   30               | 43,3   43,6             | 57,8     | 86,8   81,2          |
| Capacidad de carga en un solo paso (G2) conforme a ISO-8528/5                                | %        | 100                   | 100                   | 100                     | 77       | 85   95              |
| Consumo de combustible                                                                       |          |                       |                       |                         |          |                      |
| Capacidad del depósito de combustible (estándar/ depósito de combustible de gran autonomía)  | l        | 115                   | 115                   | 92 / 282                | 92 / 282 | 149 / 298            |
| Consumo al 100% de carga PRP                                                                 | l / h    | 3,5   4,3             | 4,9   5,3             | 7   8                   | 9,5      | 14   17              |
| Autonomía de combustible a plena carga (estándar/ depósito de combustible de gran autonomía) | h        | 33   26,7             | 23,5   21,5           | 13,2 / 37   11,5 / 32,2 | 9,7 / 27 | 10 / 20   7,5 / 16,5 |

VISADO TF29197/00  
 FECHA 18-03-2019  
 Pag. 23 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

| Motor                                       |                 |                       |                       |                          |                         |                                   |                               |                               |
|---------------------------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Modelo (UE Stage 3A / UE Stage 2 (3))       |                 | KUBOTA D1703M         | KUBOTA V2403M-BG      | KUBOTA V3300DI           | KUBOTA V3800DI          | PERKINS 1104D-44TG3   1104D-44TG2 | PERKINS 1104D-E44TAG1         | PERKINS 1104D-E44TAG2         |
| Velocidad                                   | r.p.m.          | 1500   1800           | 1500   1800           | 1500   1800              | 1500                    | 1500   1800                       | 1500   1800                   | 1500   1800                   |
| Potencia para uso continuo (con ventilador) | kW <sub>m</sub> | 12,8   15,1           | 18,8   22,1           | 27   30,7                | 38                      | 56,3   60                         | 71,2   82                     | 88,6   100                    |
| Aspiración                                  |                 | Aspiración natural    | Aspiración natural    | Aspiración natural       | Turbocargador           | Turbocargador con intercooler     | Turbocargador con intercooler | Turbocargador con intercooler |
| Control de velocidad                        |                 | Electrónico           | Electrónico           | Electrónico              | Electrónico             | Mecánico/ electrónico             | Electrónico                   | Electrónico                   |
| Número de cilindros                         |                 | 3                     | 4                     | 4                        | 4                       | 4                                 | 4                             | 4                             |
| Refrigerante                                |                 | Parcool               | Parcool               | Parcool                  | Parcool                 | Parcool                           | Parcool                       | Parcool                       |
| Volumen inscrito                            | l               | 1,7                   | 2,4                   | 3,3                      | 3,8                     | 4,4                               | 4,4                           | 4,4                           |
| Alternador                                  |                 |                       |                       |                          |                         |                                   |                               |                               |
| Modelo                                      |                 | LEROY SOMER LSA 40 S3 | LEROY SOMER LSA 40 M5 | LEROY SOMER LSA 42,3 VS3 | LEROY SOMER LSA 42,3 S5 | LEROY SOMER LSA 42,3 L9           | LEROY SOMER LSA 44,3 S3       | LEROY SOMER LSA 44,3 S5       |
| Potencia de salida nominal (ESP 27 °C)      | kVA             | 16,5   20             | 22   27               | 35   42,4                | 45                      | 66   79,5                         | 88   105                      | 110   131                     |
| Grado de protección / clase de aislamiento  |                 | IP 23 / H             | IP 23 / H             | IP 23 / H                | IP 23 / H               | IP 23 / H                         | IP 23 / H                     | IP 23 / H                     |
| Nivel sonoro                                |                 |                       |                       |                          |                         |                                   |                               |                               |
| Nivel de sonoro (LwA)                       | dB(A)           | 86   90               | 88   92               | 91   93                  | 91                      | 89   93                           | 91   95                       | 91   95                       |
| Potencia acústica (LpA) a 7 m.              | dB(A)           | 58   62               | 60   64               | 63   65                  | 63                      | 61   65                           | 63   67                       | 63   67                       |



## DIMENSIONES Y PESO

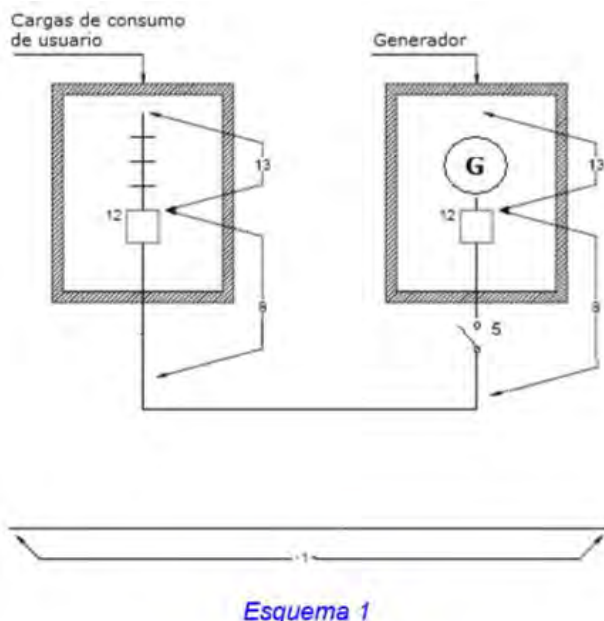
| Dimensiones y peso                                                  |    | QAS 14            | QAS 20    | QAS 30            | QAS 40      | QAS 60             | QAS 80      | QAS 100            |
|---------------------------------------------------------------------|----|-------------------|-----------|-------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| Dimensiones: (largo x ancho x alto)                                 | mm | 1780 x 870 x 1200 |           | 2100 x 950 x 1200 |             | 2260 x 1050 x 1430 |             | 2850 x 1100 x 1620 |
| Dimensiones: con depósito de combustible opcional de gran autonomía | mm | *                 |           | 2100 x 950 x 1500 |             | 2260 x 1050 x 1570 |             | 2850 x 1100 x 1740 |
| Peso: seco/húmedo                                                   | Kg | 651 / 750         | 696 / 795 | 917 / 996         | 962 / 1041  | 1305 / 1433        | 1767 / 1982 | 1777 / 1992        |
| Peso: con depósito de combustible opcional de gran autonomía        | Kg | *                 | *         | 998 / 1241        | 1043 / 1286 | 1368 / 1624        | 1847 / 2356 | 1857 / 2366        |

El grupo electrógeno auxiliar será de alquiler y se situará a la intemperie próximo al grupo generador de GNL y fuera del área de riesgo de incendio y explosión, tal y como se observa en los planos.

### 11.1.5 LINEA INDIVIDUAL DEL GENERADOR (LIG)

Según la ITC-REBT-40, el esquema que seguirá este tipo de instalaciones será el siguiente:





Leyenda para instalaciones receptoras

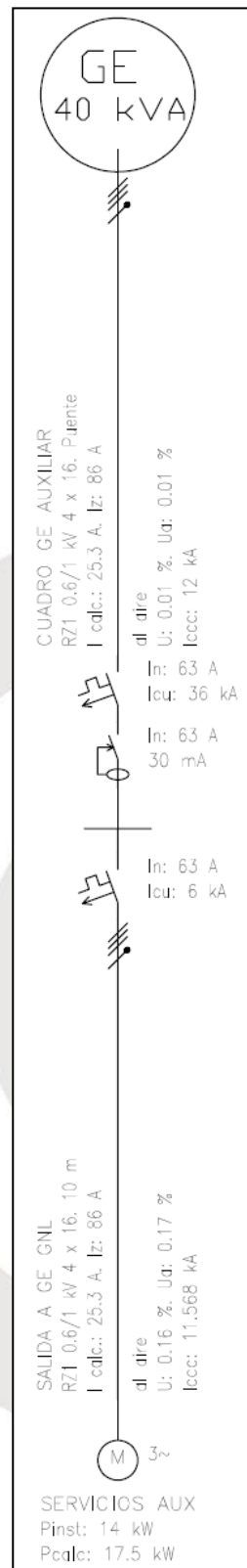
- 1 Red de distribución
- 2 Acometida
- 3 Caja general de protección (CGP)
- 4 Línea general de alimentación (LGA)
- 5 Interruptor general de maniobra (IGM)
- 6 Caja de derivación
- 7 Centralización de contadores (CC)
- 8 Derivación individual (DI)
- 9 Fusible de seguridad
- 10 Contador
- 11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)
- 12 Dispositivos generales de mando y protección (DGMP).
- 13 Instalación interior
- 14 Conjunto de protección y medida (CMP)

Leyenda para instalaciones generadoras

- 1 Red de distribución
- 2 Acometida
- 3 Caja General de Protección (CGP)
- 4 Línea General de conexión (LGC)
- 5 Interruptor general de maniobra (IGM)
- 6 Caja de derivación
- 7 Centralización de contadores (CC)
- 8 Línea Individual del generador (LIG)
- 9 Fusible de seguridad
- 10 Contador
- 11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)
- 12 Dispositivos de mando y protección Interiores (DPI)
- 13 Equipo generador-inversor (GEN)
- 14 Conjunto de protección y medida (CMP)
- 15 Conmutador de conexión red/generador con sistema de sincronismo
- 16 Tramo de la conexión privada (TCP)

VISADO TF29197/00  
FECHA 18-03-2019  
Pag. 25 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

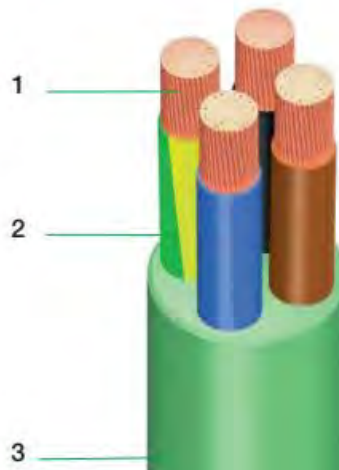


### Las protecciones en el grupo serán las siguientes:

A la salida del grupo se dispondrá de un interruptor magnetotérmico tetrapolar de curva C de 63 amperios y mediante una toma CETAC de 63A y a través del cable a emplear del tipo RZ1-K (AS) de tensión asignada 0,6/1kV, con conductor de cobre flexible clase 5, indicado para derivaciones individuales, aislamiento polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 y cubierta poliolefina termoplástica (1)

#### CONSTRUCCIÓN:

- 1.- **CONDUCTOR:**  
Cobre flexible clase 5 para instalación fija (-K).
- 2.- **AISLAMIENTO:**  
Polietileno reticulado (R).
- 3.- **CUBIERTA:**  
Polioléfina termoplástica ignífuga, libre de halógenos (Z1).



La LIG es de cable **RZ1-K (AS) 0.6/1 kV 4x16 mm<sup>2</sup>**, siendo idónea para dicha instalación, puesto que alimentará eléctricamente a los sistemas auxiliares del grupo generador de combustible de Gas Natural y estará totalmente protegida. Las conexiones a los equipos disponen de prensaestopas adecuados para ambientes exteriores. La línea se instalará en superficie, bajo **bandeja lisa UNEX 60x100 con tapa superficiales**, dado el tipo de cable que se instalará (especial para instalaciones móviles e intemperie).

De acuerdo con lo dispuesto en el ap 5.2 de la ITC BT 33 "Con el fin de evitar el deterioro de los cables, éstos no deben estar tendidos en pasos para peatones o vehículos. Si tal tendido es necesario, debe disponerse protección especial contra los daños mecánicos y contra contactos con elementos de construcción".

En este caso, los cables no estarán tendido en el paso de peatones o vehículos, por lo que la protección especial no es exigible

#### 9.2.-LOCAL DE LA UNIDAD MÓVIL DE GENERACIÓN

Locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico son aquellos que se destinan a la explotación de instalaciones eléctricas y, en general, solo tienen acceso a las mismas personas cualificadas para ello. Se considerarán como locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico: los laboratorios de ensayos, las salas de mando y distribución instaladas en locales independientes de las salas de máquinas de centrales, centros de transformación, etc.

En este caso, aunque la instalación se encuentre a la intemperie, se haya en un emplazamiento en zona vallada que solo permitirá el paso al personal cualificado. Así como el centro de transformación se encontrará en su correspondiente envolvente, lo demás se ubicará en contenedores cerrados.

Por tanto, se considera que, en estos locales o emplazamiento, se cumplirán las siguientes condiciones:

Estarán obligatoriamente cerrados con llave cuando no haya en ellos personal de servicio.

El acceso a estos locales deberá tener al menos una altura libre de 2 metros y una anchura mínima de 0,7 metros. Las puertas se abrirán hacia el exterior.

Si la instalación contiene instrumentos de medida que deban ser observados o aparatos que haya que manipular constante o habitualmente, tendrá un pasillo de servicio de una anchura mínima de

## Descriptiva

1,10 metros. No obstante, ciertas partes del local o de la instalación que no estén bajo tensión podrán sobresalir en el pasillo de servicio, siempre que su anchura no quede reducida en esos lugares a menos de 0,80 metros. Cuando existan a los lados del pasillo de servicio piezas desnudas bajo tensión, no protegidas, aparatos a manipular o instrumentos a observar, la distancia entre equipos eléctricos instalados enfrente unos de otros, será como mínimo de 1,30 metros.

– El pasillo de servicio tendrá una altura de 1,90 metros, como mínimo. Si existen en su parte superior piezas no protegidas bajo tensión, la altura libre hasta esas piezas no será inferior a 2,30 metros.

– Solo se permitirá colocar en el pasillo de servicio los objetos necesarios para el empleo de aparatos instalados.

– Los locales que tengan personal de servicio permanente, estarán dotados de un alumbrado de seguridad.

– Los locales que estén bajo rasante deberán disponer de un sumidero.

– Los conductos de salida de los gases de combustión serán de material incombustible y evacuarán directamente al exterior o a través de un sistema de aprovechamiento energético.

– Los locales donde estén instalados los motores térmicos, cualquiera que sea su potencia, deberán estar suficientemente ventilados, es decir, que asegure que no se producen acumulaciones de sustancias tóxicas en el ambiente ni se generan atmósferas potencialmente explosivas

La instalación cumple con lo exigido.

## 10.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

No es objeto de este proyecto.

No obstante, se menciona que para la distribución de la energía eléctrica generada por la Unidad motoralternador de GNL hasta el buque, se requiere la instalación de un Centro de Transformación Muelle para que la tensión de distribución sea de 15kV.

Para ello, se ha redactado el “**PROYECTO DE MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE**” por el Ingeniero José Julio Brossa Gutiérrez en el cual se describe la instalación de un centro de transformación prefabricado y móvil de 1250kVA (1000kW) permitiendo la transformación de los 823kW generados con holgura.

## 11.- OTRAS INSTALACIONES VINCULADAS

No se observa en esta instalación.

## 12.- INFLUENCIAS EXTERNAS

La instalación estará expuesta a diferentes ambientes que harán que en la instalación se consideren las siguientes zonas especiales:

- Zonas mojadas: Dado que la instalación discurrirá a la intemperie en el muelle portuario, cerca del mar, su instalación se considerará similar al de las instalaciones situadas en este tipo de locales.
- Zonas con riesgos de corrosión: Puesto que la instalación estará conectada a la instalación de almacenamiento de GNL, compuesto por dos depósitos criogénicos
- Zonas a afectos de un servicio eléctrico: Puesto que la planta de la unidad móvil de generación eléctrica está formada por:
  - Centro de transformación
  - Grupo generador de GNL ubicado en contenedor



- Grupo electrógeno auxiliar

### 13.- ACOMETIDA

No es objeto de este proyecto.

### 14.- CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)

Por tratarse de una instalación aislada por un generador eléctrico, **no** existe la línea general de alimentación (LGA).

### 15.- INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI)

Su instalación no es preceptiva.

### 16.- LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)

Por tratarse de una instalación aislada por un generador eléctrico, **no** existe la línea general de alimentación (LGA).

### 17.- EQUIPOS DE MEDIDA (EM)

Por tratarse de una instalación aislada por un generador eléctrico, **no** existe equipo de medida.

### 18.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI)

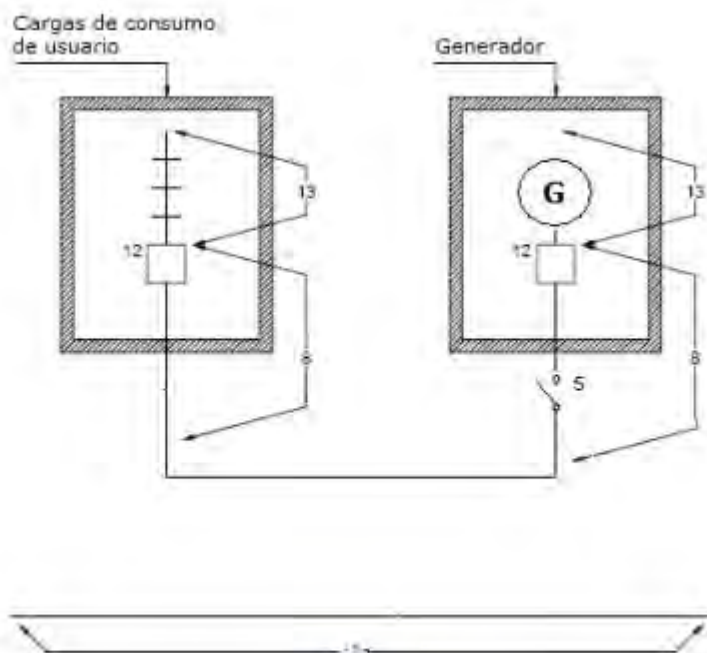
Por tratarse de una instalación aislada por un generador eléctrico, **no** existe derivación individual.

### 19.- LINEA INDIVIDUAL DEL GENERADOR (LIG)

Según la ITC-REBT-40, el esquema que seguirá este tipo de instalaciones será el siguiente:

VISADO TF29197/00  
FECHA 18-03-2019  
Pag. 29 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo, la corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Esquema 1

Leyenda para instalaciones receptoras

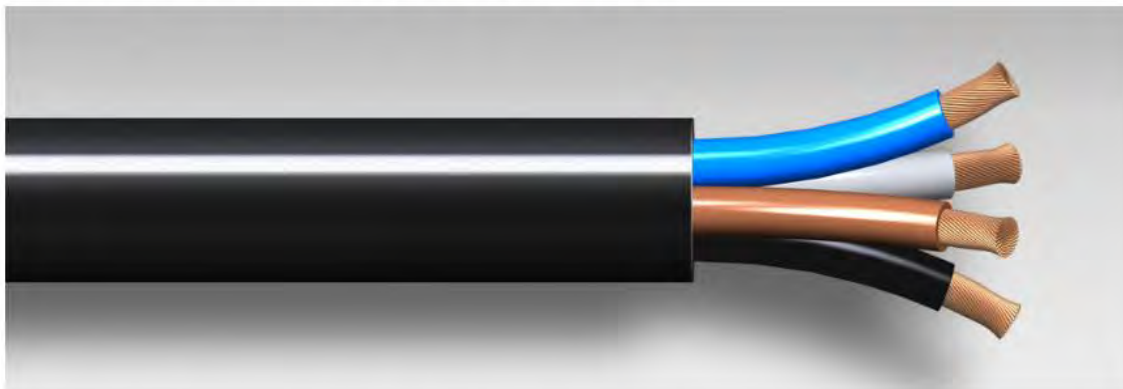
- 1 Red de distribución
- 2 Acometida
- 3 Caja general de protección (CGP)
- 4 Línea general de alimentación (LGA)
- 5 Interruptor general de maniobra (IGM)
- 6 Caja de derivación
- 7 Centralización de contadores (CC)
- 8 Derivación individual (DI)
- 9 Fusible de seguridad
- 10 Contador
- 11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)
- 12 Dispositivos generales de mando y protección (DGMP)
- 13 Instalación interior
- 14 Conjunto de protección y medida (CMP)

Leyenda para instalaciones generadoras

- 1 Red de distribución
- 2 Acometida
- 3 Caja General de Protección (CGP)
- 4 Línea General de conexión (LGC)
- 5 Interruptor general de maniobra (IGM)
- 6 Caja de derivación
- 7 Centralización de contadores (CC)
- 8 Línea Individual del generador (LIG)
- 9 Fusible de seguridad
- 10 Contador
- 11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)
- 12 Dispositivos de mando y protección Interiores (DPI)
- 13 Equipo generador-inversor (GEN)
- 14 Conjunto de protección y medida (CMP)
- 15 Conmutador de conexión red/generador con sistema de sincronismo
- 16 Tramo de la conexión privada (TCP)

La LIG es del tipo de cable **XZ1-K (AS)** de tensión asignada 0,6/1kV, con conductor cuerda de cobre pulido flexible de clase 5, indicado para para servicios móviles de BT e instalaciones fijas en buques y unidades offshore, con aislamiento HF XLPE-90°C y cubierta compuesto libre de halógenos HF1.

## Cable Cerviflam Marine XZ1-K (AS) 0,6/1kV



Cable flexible de alimentación y control para instalaciones fijas en buques y unidades offshore

### Características técnicas

#### 1. Tensión de servicio

600/1000V

#### 2. Radio curvatura Min.

Diámetro exterior hasta 25mm: 4xD

Diámetro exterior > 25mm: 6xD

#### 3. Tª de servicio (conductor)

Servicio: -40°C +90°C

Durante instalación: -15°C

Cortocircuito: 250°C (5s Max.)

### Construcción

#### 1. Conductor

Cuerda de cobre pulido flexible.

Clase V S/UNE-EN 60228

#### 2. Aislamiento

HF XLPE-90°C (IEC 60092-351)

Identificación: Ver tabla adjunta

#### 3. Formación

Conductores aislados cableados conjuntamente en coronas concéntricas

#### 4. Cubierta exterior

Compuesto libre de halógenos SHF1 (IEC 60092-359)

Color: Negro

Como se puede ver en la memoria de cálculo, la LIG corresponde a las designación **XZ1-K (AS) 0,6/1 kV** en conductores de cobre **3x4x(1x300 mm<sup>2</sup>)** con aislamiento de polietileno reticulado cable siendo idónea para dicha instalación, ya que permite alimentar los elementos indicados y estará totalmente protegida.

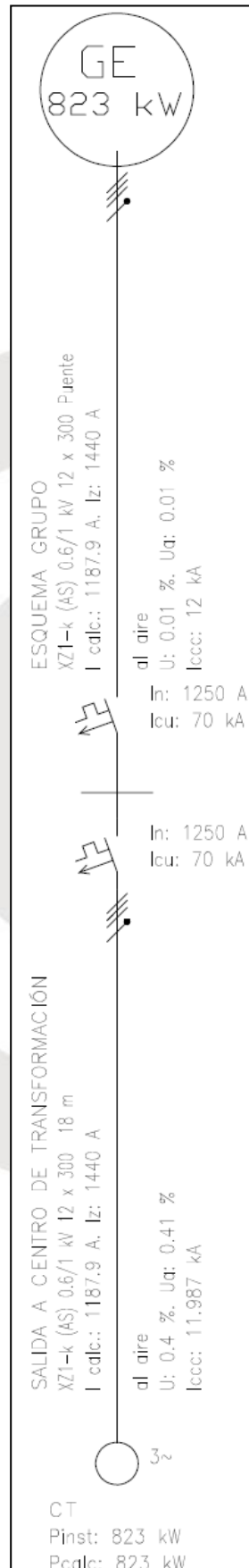
La LIG se instalará en superficie, bajo **bandeja lisa UNEX 100x500 en UB23X** dado el tipo de cable que se instalará (especial para instalaciones móviles e intemperie).

VISADO TF29197/00  
FECHA 18-03-2019  
Pag. 31 de 194

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



En este caso, se puede visualizar las protecciones correspondientes al grupo en el siguiente esquema unifilar:





El contratista se obliga a mantener contacto con la empresa suministradora de energía a través del Director de Obra, para aplicar las normas que le afecten y evitar criterios dispares.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo y cuantas disposiciones legales de carácter social estén en vigor y le afecten.

El Contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas de daños y perjuicios.

El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

El Contratista está obligado al cumplimiento de lo legislado en la Reglamentación Laboral y demás disposiciones que regulan las relaciones entre patrones y obreros. Debiendo presentar al Ingeniero-Director de obra los comprobantes de los impresos TC-1 y TC-2 cuando se le requieran, debidamente diligenciados por el Organismo acreditado.

Asimismo el Contratista deberá incluir en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de las mismas

El Contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos daños o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.

#### **10.4.-DE LA EMPRESA MANTENEDORA**

La empresa instaladora autorizada que haya formalizado un contrato de mantenimiento con el titular o Propietario de una instalación eléctrica, o el responsable del mantenimiento en una empresa que ha acreditado disponer de medios propios de automantenimiento, tendrá las siguientes obligaciones, sin perjuicio de las que establezcan otras legislaciones:

- a) Mantener permanentemente las instalaciones en adecuado estado de seguridad y funcionamiento.
- b) En instalaciones privadas, interrumpir el servicio a la instalación, total o parcialmente, en los casos en que se observe el inminente peligro para las personas o las cosas, o exista un grave riesgo medioambiental inminente. Sin perjuicio de otras actuaciones que correspondan respecto a la jurisdicción civil o penal, en caso de accidente deberán comunicarlo al Centro Directivo competente en materia de energía, manteniendo interrumpido el funcionamiento de la instalación hasta que se subsanen los defectos que han causado dicho accidente. Para el resto de instalaciones se atenderá a lo establecido al respecto en el Real Decreto 1.955/2000, de 1 de diciembre, o norma que lo sustituya.

- c) Atender con diligencia los requerimientos del titular para prevenir o corregir las averías que se produzcan en la instalación eléctrica.
- d) Poner en conocimiento del titular, por escrito, las deficiencias observadas en la instalación, que afecten a la seguridad de las personas o de las cosas, a fin de que sean subsanadas.
- e) Tener a disposición de la Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de Canarias un listado actualizado de los contratos de mantenimiento al menos durante los CINCO (5) AÑOS inmediatamente posteriores a la finalización de los mismos.
- f) Comunicar al titular de la instalación, con una antelación mínima de UN (1) MES, la fecha en que corresponde realizar la revisión periódica a efectuar por un Organismo OCA, cuando fuese preceptivo.
- g) Comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía, la relación de las instalaciones eléctricas en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica oficial exigible.
- h) Asistir a las inspecciones derivadas del cumplimiento de la reglamentación vigente, y a las que solicite extraordinariamente el titular.
- i) Tener suscrito un seguro de responsabilidad civil que cubra los riesgos que puedan derivarse de sus actuaciones, mediante póliza por una cuantía mínima de 600.000 euros, cantidad que se actualizará anualmente según el IPC certificado por el Instituto Canario de Estadística (INSTAC).
- j) Dimensionar suficientemente tanto sus recursos técnicos y humanos, como su organización en función del tipo, tensión, localización y número de instalaciones bajo su responsabilidad.

#### **10.5.-DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO**

Las actuaciones que realice en el ámbito territorial de esta Comunidad Autónoma un OCA, en los términos definidos en el artículo 41 del Reglamento de Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, aprobado por Real Decreto 2.200/1995, de 28 de diciembre, e inscrito en el Registro de Establecimientos Industriales de esta Comunidad y acreditado en el campo de las instalaciones eléctricas, deberán ajustarse a las normas que a continuación se establecen, a salvo de otras responsabilidades que la normativa sectorial le imponga.

El certificado de un OCA tendrá validez de 5 años en el caso de instalaciones de baja tensión y de 3 años para las instalaciones de media y alta tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la instalación a la que hace referencia. Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente autorizada, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables conforme a las leyes vigentes.

Los OCA tendrán a disposición de la Administración competente en materia de energía todos los datos registrales y estadísticos correspondientes a cada una de sus actuaciones, clasificando las intervenciones por titular, técnico y empresa instaladora. Dicha información podrá ser requerida en cualquier momento por la Administración.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

Para la realización de las revisiones, controles e inspecciones que se les encomiende, los OCA aplicarán los modelos de certificados de inspección previstos en el anexo VIII del Decreto 141/2009 y los manuales de revisión y de calificación de defectos que se contemplen en los correspondientes protocolos-guía, aprobados por la Administración competente en materia de energía, o en su defecto los que tenga reconocido el OCA.

Los OCA realizarán las inspecciones que solicite la Administración competente en materia de energía, estando presentes en las inspecciones oficiales de aquellas instalaciones en las que hayan intervenido y sean requeridos.

Las discrepancias de los titulares de las instalaciones ante las actuaciones de los OCA serán puestas de manifiesto ante la Administración competente en materia de energía, que las resolverá en el plazo de 1 mes.

## **11.- CONDICIONES DE INDOLE ADMINISTRATIVO**

### **11.1.-ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS**

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad o titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra (según anexo VI del Decreto 141/2009).

Asimismo y antes de iniciar las obras, los Propietarios o titulares de la instalación eléctrica en proyecto de construcción facilitarán a la empresa distribuidora o transportista, según proceda, toda la información necesaria para deducir los consumos y cargas que han de producirse, a fin de poder prever con antelación suficiente el crecimiento y dimensionado de sus redes.

El Propietario de la futura instalación eléctrica solicitará a la empresa distribuidora el punto y condiciones técnicas de conexión que son necesarias para el nuevo suministro. Dicha solicitud se acompañará de la siguiente información:

- a) Nombre y dirección del solicitante, teléfono, fax, correo electrónico u otro medio de contacto.

- b) Nombre, dirección, teléfono y correo electrónico del técnico proyectista y/o del instalador, en su caso.
- c) Situación de la instalación, edificación u obra, indicando la calificación urbanística del suelo.
- d) Uso o destino de la misma.
- e) Potencia total solicitada, reglamentariamente justificada.
- f) Punto de la red más próximo para realizar la conexión, propuesto por el instalador o técnico correspondiente, identificando inequívocamente el mismo, preferentemente por medios gráficos.
- g) Número de clientes estimados.

En el caso de que resulte necesaria la presentación de alguna documentación adicional, la empresa distribuidora la solicitará, en el plazo de CINCO (5) DIAS a partir de la recepción de la solicitud, justificando la procedencia de tal petición. Dicha comunicación se podrá realizar por vía telemática.

La empresa distribuidora habilitará los medios necesarios para dejar constancia fehaciente, sea cual sea la vía de recepción de la documentación o petición, de las solicitudes de puntos de conexión realizadas, a los efectos del cómputo de plazos y demás actuaciones o responsabilidades.

Las solicitudes de punto de conexión referidas a instalaciones acogidas al régimen especial, también están sujetas al procedimiento establecido en este artículo.

La información aportada, deberá ser considerada confidencial y por tanto en su manejo y utilización se deberán cumplir las garantías que establece la legislación vigente sobre protección de datos.

Ni la empresa distribuidora, ni ninguna otra empresa vinculada a la misma, podrá realizar ofertas de servicios, al margen de la propia oferta técnico económica, que impliquen restricciones a la libre competencia en el mercado eléctrico canario o favorezcan la competencia desleal.

De igual forma el Documento Técnico de Diseño requerido y descrito en el siguiente apartado (proyecto o memoria técnica de diseño), deberá ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de proceder a su tramitación administrativa.

#### **11.2.-DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO**

El presente proyecto consta de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, y como mínimo contempla la documentación descriptiva, en textos y representación gráfica, de la instalación eléctrica, de los materiales y demás elementos y actividades considerados necesarios para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.



En aquellos casos en que exista aprobada una “Guía de Proyectos” que específicamente le sea de aplicación el Proyecto deberá ajustarse en su contenido esencial a dicha Guía.

Esta Guía será indicativa, por lo que los proyectos deberán ser complementados y adaptados en función de las peculiaridades de la instalación en cuestión, pudiendo ser ampliados según la experiencia y criterios de buena práctica del proyectista. El desarrollo de los puntos que componen cada guía presupone dar contenido a dicho documento de diseño hasta el nivel de detalle que considere el proyectista, sin perjuicio de las omisiones, fallos o incumplimientos que pudieran existir en dicho documento y que en cualquier caso son responsabilidad del autor del mismo.

El Proyecto deberá ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de su tramitación administrativa.

El Proyecto constará, al menos, de los siguientes documentos:

- a) Memoria descriptiva (titular, emplazamiento, tipo de industria o actividad, uso o destino del local y su clasificación, programa de necesidades, descripción pormenorizada de la instalación, presupuesto total).
- b) Memoria de cálculos justificativos.
- c) Estudio de Impacto Ambiental en la categoría correspondiente, en su caso.
- d) Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud (según corresponda de acuerdo con la normativa de seguridad laboral vigente).
- e) Planos a escalas adecuadas (situación, emplazamiento, alzados, plantas, distribución, secciones, detalles, croquis de trazados, red de tierras, esquema unifilar, etc.).
- f) Pliego de Condiciones Técnicas, Económicas, Administrativas y Legales.
- g) Estado de Mediciones y Presupuesto (mediciones, presupuestos parciales y presupuesto general).
- h) Separatas para Organismos, Administraciones o empresas de servicio afectadas.
- i) Otros documentos que la normativa específica considere preceptivos.
- j) Plazo de ejecución o finalización de la obra.
- k) Copia del punto de conexión a la red o justificante de la solicitud del mismo a la empresa distribuidora, para aquellos casos en que la misma no haya cumplido los plazos de respuesta indicados en el punto 1 del artículo 27 del decreto 141/2009, de 10 de noviembre.

Si durante la tramitación o ejecución de la instalación se procede al cambio de empresa instaladora autorizada, este hecho deberá quedar expresamente reflejado

en la documentación presentada por el interesado ante la Administración. En el caso de que ello conlleve cambios en la memoria técnica de diseño original, deberá acreditar la conformidad de la empresa autora de la misma o, en su defecto, aportar un nuevo Proyecto.

### **11.3.-MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO**

#### **11.3.1.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES NO SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

##### **11.3.1.1. - Modificaciones y ampliaciones de las instalaciones en servicio y la documentación del proyecto**

En el caso de instalaciones en servicio, las modificaciones o ampliaciones aún no siendo sustanciales, quedarán reflejadas en la documentación técnica adscrita a la instalación correspondiente, tal que se mantenga permanentemente actualizada la información técnica, especialmente en lo referente a los esquemas unifilares, trazados, manuales de instrucciones y certificados de instalación. Dichas actualizaciones serán responsabilidad de la empresa instaladora autorizada, autora de las mismas, y en su caso, del técnico competente que las hubiera dirigido.

##### **11.3.1.2. - Modificaciones y ampliaciones de las instalaciones en fase de ejecución y la documentación del proyecto**

Asimismo en aquellas instalaciones eléctricas en ejecución y que no representen modificaciones o ampliaciones sustanciales (según Art. 45 del RD 141/2009), con respecto al proyecto original, éstas serán contempladas como “anexos” al Certificado de Dirección y Finalización de obra o del Certificado de Instalación respectivamente, sin necesidad de presentar un reformado del Proyecto original.

#### **11.3.2.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

Cuando se trata de instalaciones eléctricas en las que se presentan modificaciones o ampliaciones significativas, éstas supondrán, tanto en Baja como en Alta Tensión, la presentación de un nuevo Proyecto, además de los otros documentos que sean preceptivos.

El técnico o empresa instaladora autorizada, según sea competente en función del alcance de la ampliación o modificación prevista, deberá modificar o reformar el proyecto o original correspondiente, justificando las modificaciones introducidas. En cualquier caso será necesario su autorización, según el procedimiento que proceda, en los términos que establece el Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, y demás normativa que le sea de aplicación.

Cuando se hayan ejecutado reformas sustanciales no recogidas en el correspondiente Documento Técnico de Diseño, la Administración o en su caso el OCA que intervenga, dictará Acta o Certificado de Inspección, según proceda, con la

calificación de "negativo". Ello implicará que no se autorizará la puesta en servicio de la instalación o se declarará la ilegalidad de aquella si ya estaba en servicio, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que habrán incurrido los sujetos responsables, conforme a la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, y demás leyes de aplicación

#### 11.4.-DOCUMENTACIÓN FINAL

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, ésta deberá quedar perfectamente documentada y a disposición de todos sus usuarios, incluyendo sus características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

- a) Documentación administrativa y jurídica: datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.
- b) Documentación técnica: el documento técnico de diseño (DTD) correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados.
- c) Instrucciones de uso y mantenimiento: información sobre las condiciones de utilización de la instalación así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un "Manual de Instrucciones o anexo de Información al usuario". Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de instrucciones de uso y mantenimiento: para instalaciones privadas, receptoras y de generación en régimen especial, información sobre las condiciones de utilización de la instalación, así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un "Manual de Instrucciones o Anexo de Información al usuario". Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de seguridad (preventivas, prohibiciones ...) y de mantenimiento (cuáles, periodicidad, cómo, quién ...) necesarias e imprescindibles para operar y mantener, correctamente y con seguridad, la instalación teniendo en cuenta el nivel de cualificación previsible del usuario final. Se deberá incluir, además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.
- d) Certificados de eficiencia energética: (cuando proceda): documentos e información sobre las condiciones verificadas respecto a la eficiencia energética del edificio.

Esta documentación será recopilada por el promotor y titular de la instalación, que tendrá la obligación de mantenerla y custodiarla durante su vida útil y en el caso de edificios o instalaciones que contengan diversas partes que sean susceptibles de enajenación a diferentes personas, el Promotor hará entrega de la documentación a la Comunidad de Propietarios que se constituya.

#### 11.5.-CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA

Es el documento emitido por el Ingeniero-Director como Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido personal y eficazmente los trabajos de

la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con las especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con las modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación. Dicho certificado deberá ajustarse al modelo correspondiente que figura en el anexo VI del Decreto 141/2009.

Si durante la tramitación o ejecución del proyecto se procede al cambio del ingeniero-proyectista o del Director Facultativo, este hecho deberá quedar expresamente reflejado en la documentación presentada por el peticionario ante la Administración, designando al nuevo técnico facultativo correspondiente. En el caso de que ello conlleve cambios en el proyecto original, se acreditará la conformidad del autor del proyecto o en su defecto se aportará un nuevo proyecto.

El Certificado, una vez emitido y fechado por el técnico facultativo, perderá su validez ante la Administración si su presentación excede el plazo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En tal caso se deberá expedir una nueva Certificación actualizada, suscrita por el mismo autor.

#### 11.6.-CERTIFICADO DE INSTALACIÓN

Es el documento emitido por la empresa instaladora autorizada y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.

La empresa instaladora autorizada extenderá, con carácter obligatorio, un Certificado de Instalación (según modelo oficial) y un Manual de Instrucciones por cada instalación que realice, ya se trate de una nueva o reforma de una existente.

En la tramitación de las instalaciones donde concurren varias instalaciones individuales, deben presentarse tantos Certificados y Manuales como instalaciones individuales existan, además de los correspondientes a las zonas comunes. Con carácter general no se diligenciarán Certificados de instalaciones individuales independientemente de los correspondientes a la instalación común a la que estén vinculados.

El Certificado de Instalación una vez emitido, fechado y firmado, deberá ser presentado en la Administración en el plazo máximo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En su defecto será necesario expedir un nuevo Certificado actualizado por parte del mismo autor.



**11.7.-LIBRO DE ÓRDENES**

En las instalaciones eléctricas para las que preceptivamente sea necesaria una Dirección Facultativa, éstas tendrán la obligación de contar con la existencia de un Libro de Órdenes donde queden reflejadas todas las incidencias y actuaciones relevantes en la obra y sus hitos, junto con las instrucciones, modificaciones, órdenes u otras informaciones dirigidas al Contratista por la Dirección Facultativa.

Dicho libro de órdenes estará en la oficina de la obra y será diligenciado y fechado, antes del comienzo de las mismas, por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia y el mismo podrá ser requerido por la Administración en cualquier momento, durante y después de la ejecución de la instalación, y será considerado como documento esencial en aquellos casos de discrepancia entre la dirección técnica y las empresas instaladoras intervinientes.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es de carácter obligatorio para el Contratista así como aquellas que recoge el presente Pliego de Condiciones.

El contratista o empresa instaladora autorizada, estará obligado a transcribir en dicho Libro cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito de la Dirección Facultativa, y a firmar el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la autorización de tales transcripciones por la Dirección en el Libro indicado.

El citado Libro de Órdenes y Asistencias se registrará según el Decreto 462/1971 y la Orden de 9 de Junio de 1971.

**11.8.-INCOMPATIBILIDADES**

En una misma instalación u obra el Director de Obra no podrá coincidir con el instalador ni tener vinculación laboral con la empresa instaladora que está ejecutando la obra.

**11.9.-INSTALACIONES EJECUTADAS POR MÁS DE UNA EMPRESA INSTALADORA.**

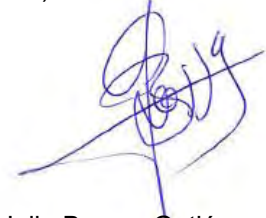
En aquellas instalaciones donde intervengan, de manera coordinada, más de una empresa instaladora autorizada, deberá quedar nítidamente definida la actuación de cada una y en qué grado de subordinación. Cada una de las empresas intervinientes emitirá su propio Certificado de Instalación, para la parte de la instalación que ha ejecutado. La Dirección Facultativa tendrá la obligación de recoger tal circunstancia en el Certificado de Dirección y Finalización de obra correspondiente, indicando con precisión el reparto de tareas y responsabilidades.

**11.10.-SUBCONTRATACIÓN**

La subcontratación se podrá realizar pero siempre y de forma obligatoria entre empresas instaladoras autorizadas, exigiéndosele la autorización previa del Promotor.

Los subcontratistas responderán directamente ante la empresa instaladora principal, pero tendrán que someterse a las mismas exigencias de profesionalidad, calidad y seguridad en la obra que ésta.

Santa Cruz de Tenerife (España), Febrero de 2019



Jose Julio Brossa Gutiérrez  
Ingeniero Industrial  
Colegiado nº 203

VISADO TF29086/00  
FECHA 21-02-2019  
Pag. 269 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



# ASPECTOS AMBIENTALES



## 1.- NORMATIVA REFERENTE A LOS IMPACTOS AMBIENTALES

### Legislación Europea:

- ) *Directiva 85/337/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente*
- ) *Directiva 97/11/CE del Consejo de 3 de marzo de 1997 por la que se modifica la Directiva 85/337/CEE relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente*
- ) *Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente*

### Legislación del Estado:

- ) *REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos*

### Legislación de Canarias:

- ) *LEY 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico*

Estas disposiciones tienen por objetivo establecer las medidas que deben tomarse para evitar y reducir la incidencia negativa que provocan las actividades humanas sobre el medio ambiente. Por lo tanto, cualquier proyecto en el que se plantee la modificación directa o indirecta del medio, el promotor del mismo está obligado a eliminar o reducir ese impacto, con medidas encaminadas a preservar el entorno y que sean compatibles con el medio natural y el paisaje. Estas medidas se deben tomar siguiendo dos criterios: por un lado, teniendo en cuenta el lugar que se verá afectado por las actividades (porque se verán perjudicados sus valores naturales y humanos), y por otro, teniendo en cuenta las propias actividades que se llevarán a cabo (contaminación, degradación, consumo de recursos naturales,... que se produce durante trabajos necesarios para llevar a cabo el proyecto).

Para analizar los impactos que se van a producir sobre el medio ambiente se debe identificar, describir y evaluar de forma apropiada, en función de cada caso particular, los efectos directos e indirectos de un proyecto en los siguientes elementos:

- ) el ser humano, la fauna y la flora,
- ) el suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje,
- ) los bienes materiales y el patrimonio cultural,
- ) la interacción entre los factores mencionados anteriormente.

Según el Real Decreto Legislativo 1/2008, si la magnitud del proyecto es tal que las afecciones al medio ambiente son de consideración importante o siempre que el órgano



ambiental competente lo decida, estos deberán someterse a una Evaluación de Impacto Ambiental.

La Evaluación de Impacto Ambiental se define como el conjunto de estudios y análisis técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el medio ambiente. Esta comprende las siguientes actuaciones: 1º Solicitud de sometimiento del proyecto a evaluación de impacto ambiental por el promotor; 2º Determinación del alcance del estudio de impacto ambiental por el órgano ambiental; 3º Elaboración del estudio de impacto ambiental por el promotor del proyecto; 4º Evacuación del trámite de información pública y de consultas a las Administraciones afectadas y a personas interesadas. La Evaluación de Impacto finalizará con la emisión de la declaración de impacto ambiental por el órgano ambiental, la cual se hará pública.

En los anexos I y II del Decreto 1/2008 se detallan unos listados de los proyectos que deberán someterse obligatoriamente a este proceso. No obstante, además estarán sujetos a Evaluación de Impacto Ambiental todos los proyectos que no estén incluidos en estos anexos, pero que por sus características provoquen impactos significativos en el entorno. Por esta razón, a continuación se incluye un listado con los aspectos ambientales que pueden verse afectados por las actividades derivadas de los proyectos.

Los aspectos que deben tenerse en cuenta a la hora de valorar los impactos que se producirán en el medio son:

- ) Los recursos naturales que emplea o consume la actividad.
- ) La liberación de sustancias, energía o ruido al medio.
- ) Las afecciones (contaminación, destrucción,...) de los hábitats, elementos singulares y las especies de flora y fauna del territorio en el que se va a desarrollar la actividad.
- ) Las afecciones en los aspectos de origen antrópico (usos tradicionales del suelo, restos arqueológicos o históricos, actividades socioeconómicas,...).
- ) El deterioro del paisaje, en general.

De esta manera se puede analizar la gravedad de los impactos y si será necesario proceder a realizar la Evaluación de Impacto.

Para ello se ha confeccionado una matriz de impacto para determinar la magnitud de los mismos según el tiempo que sería necesario para corregir los daños y la exigencia de llevar a cabo medidas correctoras o no para paliar sus efectos.

| CRITERIOS VALORACIÓN    |           | Medidas correctoras |              |            |
|-------------------------|-----------|---------------------|--------------|------------|
|                         |           | No precisa          | Convenientes | Necesarias |
| o de<br>recup<br>eració | inmediato | Compatible          | Compatible   | Moderado   |

|  |                |            |          |         |
|--|----------------|------------|----------|---------|
|  | medio plazo    | Compatible | Moderado | Severo  |
|  | largo plazo    | Moderado   | Severo   | Crítico |
|  | no recuperable | Severo     | Crítico  | Crítico |

En lo que respecta a la normativa regional, la Ley 11/1990 establece tres categorías de evaluación, en función de la gravedad de los daños al medio ambiente. De menor a mayor gravedad son: la Evaluación Básica de Impacto Ecológico, la Evaluación Detallada de Impacto Ecológico y la Evaluación de Impacto Ambiental. En los anexos de dicha Ley se detallan los proyectos que deben someterse a cada una de ellas.

Las categorías de Evaluación a aplicar, según Ley 11/1990, dependen:

De la financiación:

"Se someterá a Evaluación Básica de Impacto Ecológico todo proyecto de obras y trabajos financiados total o parcialmente con fondos de la Hacienda Pública Canaria, salvo cuando su realización tenga lugar dentro del suelo urbano, o en aquellos en los que en el convenio o resolución que establezca la cooperación o subvención se exceptúe motivadamente."

(Complementado por Decreto 40/1994, de 8 de abril )

Del lugar:

1. "Se someterá a Evaluación Básica del Impacto Ecológico todo proyecto o actividad objeto de autorización administrativa que vaya a realizarse en Área de Sensibilidad Ecológica."
2. "Se someterán a Evaluación Detallada de Impacto Ecológico los proyectos a actividades incluidas en el anexo II de esta Ley, cuando se pretendan realizar en Áreas de Sensibilidad Ecológica."

De la actividad:

1. "Se someterán a Evaluación Detallada de Impacto Ecológico los proyectos a actividades incluidas en el anexo I de esta Ley."
2. "Se someterán a Evaluación Detallada de Impacto Ecológico en Áreas de Sensibilidad Ecológica los proyectos y actividades incluidos en el anexo II de esta Ley."
3. "Se someterán a Evaluación de Impacto Ambiental los proyectos o actividades incluidos en el anexo III de esta Ley."
4. "En los casos de ampliación de actividades e instalaciones ya existentes, las dimensiones y los límites establecidos en los anexos I, II y III para la exigencia de una evaluación, se entenderán referidos a los que resulten al final de la ampliación." ( Ver Resolución de 19 de noviembre de 1998, BOC de 5 de febrero de 1999 )
5. "La Administración podrá considerar rebasados dichos límites y dimensiones mínimas establecidos cuando estime que así ocurre por acumulación con otras actuaciones propuestas simultáneamente por el mismo o distinto promotor y que, razonablemente, puedan afectar al mismo entorno ecológico." ( Ver Resolución de 19 de noviembre de 1998, BOC de 5 de febrero de 1999 )

Supuestos especiales:

"También estarán sujetos a esta Ley los proyectos singulares sobre los que concurren circunstancias extraordinarias que a juicio del Gobierno de Canarias revistan un alto riesgo ecológico o ambiental y sobre los que el Consejo tome acuerdo específico, que se hará público y será razonado, concretando la categoría de evaluación a la que será sometido, y el órgano ambiental actuante".

Supuestos coincidentes:

"La obligación de realizar una evaluación de impacto eximirá de la de otra u otras de inferior categoría, cuando éstas resultasen concurrentes para el mismo proyecto o actividad."

Exclusiones:

1. "La presente ley no será de aplicación en los proyectos relativos a obras de simple reposición o reparación de las ya existentes, salvo cuando se realicen en Áreas de Sensibilidad Ecológica".
2. "El Gobierno de Canarias, en caso de extraordinaria y urgente necesidad, podrá excluir del procedimiento de evaluación a un proyecto determinado sobre los que tome acuerdo específico, que será público y razonado, incluyendo en cada caso las previsiones que se estimen necesarias en orden a minimizar el impacto ecológico del proyecto."

## 2.- ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

### CONCEPTOS:

La magnitud del impacto ambiental se establecerá según el siguiente criterio:

- ) **Compatible:** de recuperación inmediata. No precisa medidas correctoras
- ) **Moderado:** recuperable, sin medidas correctoras. Requiere tiempo
- ) **Severo:** recuperable con medidas correctoras y tiempo dilatado
- ) **Crítico:** sin recuperación, aún con medidas correctoras

### EMISIONES ATMOSFÉRICAS

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? SÍ ☒  
NO ☐

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Origen:

|                          |                                                       |
|--------------------------|-------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Emisiones de combustión debida a combustibles fósiles |
| <input type="checkbox"/> | Emisiones debidas a procesos de producción            |

|                                     |                                                                  |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | Emisiones debidas a la manipulación de materiales                |
| <input type="checkbox"/>            | Emisiones derivadas de actividades constructivas                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Emisión de polvo u olores debido a la manipulación de materiales |
| <input type="checkbox"/>            | Emisiones procedentes de la incineración de residuos             |
| <input type="checkbox"/>            | Emisiones de otra fuente:                                        |

- Descripción del impacto: Emisión de polvo por demolición y la apertura de zanjas
- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico): Compatible
- Medidas correctoras:

|                          |                                                                                                                    |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Control de la calidad del aire                                                                                     |
| <input type="checkbox"/> | Uso de "tecnologías limpias"                                                                                       |
| <input type="checkbox"/> | Instalación de sistemas capaces de retener los gases contaminantes, como filtros, precipitadores y absorbedores    |
| <input type="checkbox"/> | Instalación de sistema para la paralización de emisiones en caso de detectar niveles intolerables de contaminación |
| <input type="checkbox"/> | Transporte seguro de sustancias peligrosas                                                                         |
| <input type="checkbox"/> | Otras medidas:                                                                                                     |

- Observaciones:

#### VERTIDO DE SUSTANCIAS AL AGUA

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí ☐  
NO ☒

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Origen:

|                          |                                                                                    |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Debido al manejo, almacenamiento, uso o vertido de materiales tóxicos o peligrosos |
| <input type="checkbox"/> | Debido a la emisión de aguas residuales u otros efluentes                          |
| <input type="checkbox"/> | Debido a la deposición de contaminantes emitidos                                   |
| <input type="checkbox"/> | Debido a otra fuente:                                                              |



- Descripción del impacto:
- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico):
- Medidas correctoras:

|                          |                                                                                                  |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Minimización de interferencia en los flujos de agua, drenajes, etc.                              |
| <input type="checkbox"/> | Medidas preventivas (implantación de balsas de decantación, construcción de zanjas perimetrales) |
| <input type="checkbox"/> | Formulación de planes de emergencia de vertidos                                                  |
| <input type="checkbox"/> | Otras medidas:                                                                                   |

- Observaciones:

#### GENERACIÓN DE RESIDUOS

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí ☒  
NO ☐

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Tipo:

|                                     |                                                                                  |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | Residuos mineros                                                                 |
| <input type="checkbox"/>            | Residuos urbanos                                                                 |
| <input type="checkbox"/>            | Residuos tóxicos o peligrosos                                                    |
| <input type="checkbox"/>            | Residuos industriales                                                            |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Productos sobrantes                                                              |
| <input type="checkbox"/>            | Fangos o lodos, procedentes del tratamiento de efluentes                         |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Residuos procedentes de la construcción o demolición                             |
| <input type="checkbox"/>            | Maquinaria o equipamiento contaminado                                            |
| <input type="checkbox"/>            | Residuos agrícolas                                                               |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Cualquier otro tipo de residuos: Cableado, instalaciones eléctricas obsoletas... |

- Descripción del impacto: Los residuos más significativos serán los generados por la demolición de tabiques, por el desmonte de la antigua instalación eléctrica y por la apertura de zanjas

- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico): Severo
- Medidas correctoras:

|                                     |                                                                                                            |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | Medidas para la prevención de residuos (demolición selectiva, utilización de materiales no peligrosos,...) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Separación de residuos                                                                                     |
| <input type="checkbox"/>            | Reutilización de residuos                                                                                  |
| <input type="checkbox"/>            | Reciclaje de materiales (sustancias orgánicas, compuestos metálicos,...)                                   |
| <input type="checkbox"/>            | Acumulación de residuos para su posterior tratamiento                                                      |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Transporte de residuos a las plantas de tratamiento autorizadas                                            |
| <input type="checkbox"/>            | Otras medidas:                                                                                             |

- Observaciones: Todos los residuos deberán separarse en obra:
  - Papel, cartón: depositado en los contenedores azules de reciclaje
  - Material de demolición: entregado en PIRS, quedando totalmente prohibido tirarlo en contenedores de basura urbana
  - Material eléctrico: se entregará a gestores autorizados

#### CONTAMINACIÓN DEL SUELO

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí ☐  
NO ☒

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Origen:

|                          |                                                                                    |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Debido al manejo, almacenamiento, uso o vertido de materiales tóxicos o peligrosos |
| <input type="checkbox"/> | Debido a la emisión de aguas residuales u otros efluentes                          |
| <input type="checkbox"/> | Debido a la deposición de contaminantes                                            |
| <input type="checkbox"/> | Debido a otra fuente:                                                              |

- Descripción del impacto:
- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico):
- Medidas correctoras:

|                          |                                                          |
|--------------------------|----------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Rediseño o relocalización del emplazamiento del proyecto |
|--------------------------|----------------------------------------------------------|

|                          |                                                                                                |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Operaciones de limpieza tras la finalización de las obras                                      |
| <input type="checkbox"/> | Minimización de la compactación de los suelos localizando y encarrilando el paso de maquinaria |
| <input type="checkbox"/> | Diseño taludes, terraplenes,... para evitar la pérdida de suelos                               |
| <input type="checkbox"/> | Aplicación de revegetación sistemática para la fijación de elementos contaminantes             |
| <input type="checkbox"/> | Creación de zanjas perimetrales                                                                |
| <input type="checkbox"/> | Formulación de planes de emergencia de vertidos, evitando la contaminación                     |
| <input type="checkbox"/> | Otras medidas:                                                                                 |

#### CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS Y RECURSOS NATURALES

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí ☒  
 NO ☐

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Tipo:

|                                     |                                                  |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | Consumo de tierras                               |
| <input type="checkbox"/>            | Consumo de minerales                             |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Consumo de agua                                  |
| <input type="checkbox"/>            | Consumo de recursos forestales y/o madereros     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Consumo de energía (electricidad y combustibles) |
| <input type="checkbox"/>            | Cualquier otro recurso:                          |

- Descripción del impacto: El normal del uso del agua y electricidad en cualquier actividad
- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico): Compatible
- Medidas correctoras:

|                                     |                                                              |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Minimización del consumo de recursos no renovables o escasos |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Reutilización de materiales (tierra, minerales, madera,...)  |

|                          |                                                                                         |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Delimitación precisa del espacio de trabajo para controlar el uso de recursos naturales |
| <input type="checkbox"/> | Aplicación de técnicas para la restauración de materias primas y recursos naturales     |
| <input type="checkbox"/> | Otras medidas:                                                                          |

- Observaciones: Utilización de herramientas de bajo consumo utilización de las dosis adecuadas de agua, no dejar los grifos abiertos, etc...

### AFECCIONES PAISAJÍSTICAS

- ¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí ☐  
 NO ☒

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

- Tipo:

|                          |                                                                                                                     |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | En la geomorfología, geología o litología                                                                           |
| <input type="checkbox"/> | En el clima o meteorología                                                                                          |
| <input type="checkbox"/> | En los aspectos biológicos (fauna y vegetación)                                                                     |
| <input type="checkbox"/> | En los aspectos humanos (actividades tradicionales, yacimientos arqueológicos, patrimonio histórico y cultural,...) |

- Descripción del impacto:
- Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico):
- Medidas correctoras:

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> |  |
| <input type="checkbox"/> |  |
| <input type="checkbox"/> |  |

- Observaciones:

### OTRAS CUESTIONES MEDIOAMBIENTALES

- RUIDOS:



¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí ☒  
 NO ☐

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

Origen:

|                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | Debidos al funcionamiento de equipos (motores, sistemas de ventilación, prensas,...) |
| <input type="checkbox"/>            | Debido a procesos industriales                                                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Debido a trabajos de construcción o demolición                                       |
| <input type="checkbox"/>            | Debido a voladuras                                                                   |
| <input type="checkbox"/>            | Debido al tráfico                                                                    |
| <input type="checkbox"/>            | Debido a sistemas de calefacción o refrigeración                                     |
| <input type="checkbox"/>            | Debido a fuentes de radiación electromagnética                                       |
| <input type="checkbox"/>            | Debido a alguna otra fuente:                                                         |

Descripción del impacto: Ruidos ocasionados durante la demolición y la ejecución de la obra

Magnitud del impacto (compatible, moderado, severo o crítico): Moderado

Medidas correctoras:

|                                     |                                       |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | Instalación de barreras acústicas     |
| <input type="checkbox"/>            | Implantación de firmes menos ruidosos |
| <input type="checkbox"/>            | Señalización                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Otras medidas:                        |

➤ Observaciones: La obra se realizará en un polígono industrial donde se evitará realizar ruido en horas inoportunas.

➤ OLORES:

¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí ☐  
 NO ☒

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

|                          |                                      |
|--------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Debidos al funcionamiento de equipos |
| <input type="checkbox"/> | Debido a procesos industriales       |
| <input type="checkbox"/> | Debido a los residuos generados      |
| <input type="checkbox"/> | Debido a alguna otra fuente:         |

) Medidas correctoras:

|                          |                                                                                                                            |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Utilización de “narices electrónicas” para controlar la emisión de productos que generen malos olores                      |
| <input type="checkbox"/> | Utilización de sistemas para la retirada de los gases que generan los malos olores (ventilación, campanas extractoras,...) |
| <input type="checkbox"/> | Retirada instantánea de los productos que emitan malos olores                                                              |
| <input type="checkbox"/> | Otras medidas:                                                                                                             |

➤ OTRAS CUESTIONES:

¿Es previsible que se produzca un impacto de este tipo? Sí ☐  
NO ☒

En caso de que la respuesta sea sí, rellenar los campos siguientes:

) Origen:

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> |  |
| <input type="checkbox"/> |  |

➤ **Medidas correctoras:**

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> |  |
| <input type="checkbox"/> |  |

➤ Observaciones:

Santa Cruz de Tenerife Febrero de 2019

  
 José Julio Brossa  
 Ingeniero Industrial  
 Colegiado nº 203



VISADO TF29086/00  
 FECHA 21-02-2019  
 Pag. 282 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.





# GESTIÓN DE RESIDUOS





## INDICE

|                                                                                                                                                                                                                                                                |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1.- VOLUMENT ESTIMADO DE RESIDUOS.....</b>                                                                                                                                                                                                                  | <b>3</b> |
| <b>2.- PESO ESTIMADO DE RESIDUOS .....</b>                                                                                                                                                                                                                     | <b>3</b> |
| <b>3.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS .....</b>                                                                                                                                                                                                        | <b>4</b> |
| <b>4.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENEREN EN LA OBRA .....</b>                                                                                                                             | <b>4</b> |
| <b>5.- PREVISIÓN DE OPERACIONES DE VALORACIÓN “IN SITU” DE LOS RESIDUOS QUE SE GENEREN EN LA OBRA .....</b>                                                                                                                                                    | <b>5</b> |
| <b>6.- DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORABLES “IN SITU” .....</b>                                                                                                                                                                   | <b>5</b> |
| <b>7.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA. ....</b>                                                                                                                                                                                            | <b>6</b> |
| <b>8.- PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y, EN SU CASO, OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA .....</b>                                                   | <b>6</b> |
| <b>9.- PRESCRIPCION DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y, EN SU CASO, OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA .....</b> | <b>6</b> |

VISADO TF29086/00  
FECHA 21-02-2019  
Pag. 284 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

## 1.- VOLUMEN ESTIMADO DE RESIDUOS

Se calcula el volumen estimado de residuos mediante la fórmula

$$\text{Volumen total estimado de residuos: } V_i = S \text{ m}^2 \times H \text{ m} = V \text{ m}^3$$

Asfalto (código LER 17 03 02)  
No se observan

Hormigón (código LER 17 01 01):  $S \times H = 0 \text{ m}^3$   
No se observan

Tierras (código LER 17 09 04):  
No se observan

**S:** superficie construida total [ $\text{m}^2$ ]

**H:** altura media de RCD [ $\text{m}$ ];

## 2.- PESO ESTIMADO DE RESIDUOS

$$\text{Peso total estimado de residuos (en Tn): } P_i = V \text{ m}^3 \times d \text{ tn/ m}^3 = P \text{ tn}$$

No se observan

**V total:** Volumen total RCD [ $\text{m}^3$ ]

**d:** densidad tipo

**RCD:** Residuos de Construcción y Demolición

Una vez estimado el dato global de Tn de RCD por  $\text{m}^2$  construido, estimamos el peso por tipología de residuos, utilizando los estudios realizados por la Comunidad de Madrid de la composición en peso de los RCD que van a sus vertederos:

### Estimación del peso por tipología de RCD

| Tipo de RCD                                     | t (% en peso) | Tn<br>(=Tn total x t/100) |
|-------------------------------------------------|---------------|---------------------------|
| <b>RCD de naturaleza no pétreo (0,0%)</b>       |               |                           |
| Asfalto (código LER: 17 03 02)                  | 0,0 %         | 0,00                      |
| Papel (código LER: 20 01 01)                    | 0,0 %         | 0,00                      |
|                                                 | <b>0,0%</b>   | <b>0,00</b>               |
| <b>RCD de naturaleza pétreo (93%)</b>           |               |                           |
| Hormigón (código LER: 17 01 01)                 | 0 %           | 0,00                      |
| Restos de material eléctrico por obra existente | 55 %          | 5,50                      |
| Restos de falso techo                           | 45 %          | 4,50                      |
|                                                 | <b>100%</b>   | <b>1,00</b>               |
| <b>RCD Tierras y pétreos de la excavación</b>   |               |                           |
| Tierra y piedras (código LER: 17 05 04)         | 0,0 %         | 0,0                       |
|                                                 | <b>0,0 %</b>  | <b>0, 0</b>               |
| <b>TOTAL</b>                                    | <b>100 %</b>  | <b>1,00</b>               |

### Estimación del volumen por tipología de RCD, según el peso evaluado

| Tipo de RCD | d [ $\text{tn / m}^3$ ] | V por RCD<br>(=Tn / d) |
|-------------|-------------------------|------------------------|
|-------------|-------------------------|------------------------|

|                                                |   |  |
|------------------------------------------------|---|--|
| <b>RCD de naturaleza no pétreo (14%)</b>       |   |  |
| Asfalto (código LER: 17 03 02)                 |   |  |
| Papel (código LER: 20 01 01)                   |   |  |
| <b>RCD de naturaleza pétreo (75%)</b>          |   |  |
| Hormigón (código LER: 17 01 01)                |   |  |
| <b>RCD Tierras y pétreos de la excavación</b>  |   |  |
| Tierra y piedras (código LER: 17 05 04)        |   |  |
| Lodos de drenaje (código LER: 17 05 06)        |   |  |
| Balasto de vías férreas (código LER: 17 05 08) |   |  |
| TOTAL                                          | - |  |

\*El volumen de tierras y pétreos no contaminados procedentes de la excavación de la obra, se calculará con los datos de extracción en proyecto.

### 3.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | No se prevé operación de prevención alguna                                                                                                                                                                                                                            |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Estudio de racionalización y planificación de compra y almacenamiento de materiales                                                                                                                                                                                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Realización de demolición selectiva                                                                                                                                                                                                                                   |
| <input type="checkbox"/>            | Utilización de elementos prefabricados de gran formato (paneles prefabricados, etc.)                                                                                                                                                                                  |
| <input type="checkbox"/>            | Las medidas de elementos de pequeño formato (ladrillos, baldosas, bloques, etc.) serán múltiplos del módulo de la pieza para así no perder material en los recortes                                                                                                   |
| <input type="checkbox"/>            | Se sustituirán ladrillos cerámicos por hormigón armado o por piezas de mayor tamaño                                                                                                                                                                                   |
| <input type="checkbox"/>            | Se utilizarán técnicas constructivas "en seco"                                                                                                                                                                                                                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Se utilizarán materiales "no peligrosos" (Ej. Pinturas al agua, material de aislamiento sin fibras irritantes o CFC)                                                                                                                                                  |
| <input type="checkbox"/>            | Se realizarán modificaciones de proyecto para favorecer la compensación de tierras o la reutilización de las mismas                                                                                                                                                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Se utilizarán materiales con "certificados ambientales" (Ej. Tarimas o tablas de encofrado con sello PEFC o FSC)                                                                                                                                                      |
| <input type="checkbox"/>            | Se utilizarán áridos reciclados (Ej, para subbases, zahorras, etc) PVC reciclado o mobiliario urbano de material reciclado, etc.                                                                                                                                      |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Se reducirán los residuos de envases mediante prácticas como solicitud de materiales con envases retornables al proveedor o reutilización de envases contaminados o recepción de materiales con elementos de gran volumen o a granel normalmente servidos con envases |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Otros: No se prevé la generación de residuos por aporte de material nuevo; sino procedente de la demolición y excavación del terreno                                                                                                                                  |

### 4.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENEREN EN LA OBRA

|                                     | Operación prevista                                                                   | Destino previsto* |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/>            | No se prevé operación de reutilización alguna                                        |                   |
| <input type="checkbox"/>            | Reutilización de tierras procedentes de la excavación                                |                   |
| <input type="checkbox"/>            | Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización |                   |
| <input type="checkbox"/>            | Reutilización de materiales cerámicos                                                |                   |
| <input type="checkbox"/>            | Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio,...                           |                   |
| <input type="checkbox"/>            | Reutilización de materiales metálicos                                                |                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Otros: Reutilización de material eléctrico existente en buen                         |                   |

|        |  |
|--------|--|
| estado |  |
|--------|--|

\*Especificar si el destino es la propia obra o externo; en este último caso, especificar.

### 5.- PREVISIÓN DE OPERACIONES DE VALORACIÓN "IN SITU" DE LOS RESIDUOS QUE SE GENEREN EN LA OBRA

|                                     |                                                                                                    |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | No se prevé operación alguna de valoración "in situ"                                               |
| <input type="checkbox"/>            | Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía                        |
| <input type="checkbox"/>            | Recuperación o regeneración de disolventes                                                         |
| <input type="checkbox"/>            | Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Reciclado y recuperación de metales o compuestos metálicos                                         |
| <input type="checkbox"/>            | Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas                                             |
| <input type="checkbox"/>            | Regeneración de ácidos y bases                                                                     |
| <input type="checkbox"/>            | Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos.                                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Decisión Comisión 96/350/CE. |
| <input type="checkbox"/>            | Otros:                                                                                             |

### 6.- DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORABLES "IN SITU".

| RCD: Naturaleza no pétreo              |                                                                           | Tratamiento        | Destino                                        |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>               | Mezclas Bituminosas distintas a las del código 17 03 01                   | Reciclado          | Planta de Reciclaje RCD                        |
| <input type="checkbox"/>               | Madera                                                                    | Reciclado          | Gestor autorizado RNPs                         |
| <input checked="" type="checkbox"/>    | Metales: cobre, bronce, latón, hierro, acero,..., mezclados o sin mezclar | Reciclado          | Gestor autorizado Residuos No Peligrosos       |
| <input checked="" type="checkbox"/>    | Papel, plástico, vidrio                                                   | Reciclado          | Gestor autorizado RNPs                         |
| <input type="checkbox"/>               | Yeso                                                                      |                    | Gestor autorizado RNPs                         |
| RCD: Naturaleza pétreo                 |                                                                           |                    |                                                |
| <input type="checkbox"/>               | Residuos pétreos triturados distintos del código 01 04 07                 |                    | Planta de Reciclaje RCD                        |
| <input checked="" type="checkbox"/>    | Residuos de arena, arcilla, hormigón,...                                  | Reciclado          | Planta de Reciclaje RCD                        |
| <input type="checkbox"/>               | Ladrillos, tejas y materiales cerámicos                                   | Reciclado          | Planta de Reciclaje RCD                        |
| <input type="checkbox"/>               | RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03                 | Reciclado          | Planta de Reciclaje RCD                        |
| RCD: Potencialmente peligrosos y otros |                                                                           |                    |                                                |
| <input type="checkbox"/>               | Mezcla de materiales con sustancias peligrosas ó contaminados             | Depósito Seguridad | Gestor autorizado de Residuos Peligrosos (RPs) |
| <input type="checkbox"/>               | Materiales de aislamiento que contienen Amianto                           | Depósito Seguridad | Gestor autorizado de Residuos Peligrosos (RPs) |
| <input type="checkbox"/>               | Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio              | Depósito Seguridad | Gestor autorizado RPs                          |
| <input type="checkbox"/>               | Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's                 | Depósito Seguridad | Gestor autorizado RPs                          |
| <input type="checkbox"/>               | Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's            | Depósito Seguridad | Gestor autorizado RPs                          |
| <input type="checkbox"/>               | Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 17 06 03            | Reciclado          | Gestor autorizado RNPs                         |

VISADO TF29086/00  
FECHA 21-02-2019  
Pag. 287 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



|                                     |                                                       |                      |                       |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| <input type="checkbox"/>            | Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas |                      | Gestor autorizado RPs |
| <input type="checkbox"/>            | Aceites usados (minerales no clorados de motor..)     | Tratamiento/Depósito | Gestor autorizado RPs |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Tubos fluorescentes                                   | Tratamiento/Depósito | Gestor autorizado RPs |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Pilas alcalinas, salinas y pilas botón                | Tratamiento/Depósito | Gestor autorizado RPs |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Envases vacíos de plástico o metal contaminados       | Tratamiento/Depósito | Gestor autorizado RPs |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Sobrantes de pintura, de barnices, disolventes,...    | Tratamiento/Depósito | Gestor autorizado RPs |
| <input type="checkbox"/>            | Baterías de plomo                                     | Tratamiento/Depósito | Gestor autorizado RPs |

## 7.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA.

En particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5\*.

|                                     |                                                                                                                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos.                                                                       |
| <input type="checkbox"/>            | Derribo separativo/ Segregación en obra nueva (ej: pétreos, madera, metales, plasticos+cartón+envases, orgánicos, peligrosos).     |
| <input type="checkbox"/>            | Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva "todo mezclado", y posterior tratamiento en planta                          |
| <input type="checkbox"/>            | Separación in situ de RCDs marcados en el art. 5.5. que superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.                |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Separación in situ de RCDs marcados en el art. 5.5., aunque no superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.         |
| <input type="checkbox"/>            | Separación por agente externo de los RCDs marcados en el art. 5.5. que superen en la estimación inicial las cantidades limitantes. |
| <input type="checkbox"/>            | Separación in situ de RCDs marcados en el art. 5.5., aunque no superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.         |
| <input type="checkbox"/>            | Se separarán in situ/agente externo otras fracciones de RCDs no marcadas en el artículo 5.5.                                       |
| <input type="checkbox"/>            | Otros:                                                                                                                             |

## 8.- PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y, EN SU CASO, OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA

| Plano en el que se indique la posición de: |                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>                   | Bajantes de escombros                                                                                                            |
| <input type="checkbox"/>                   | Acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCDs (tierras, pétreos, maderas, plásticos, metales, vidrios, cartones, etc). |
| <input type="checkbox"/>                   | Zonas o contenedor para lavado de canaletas/cubetos de hormigón.                                                                 |
| <input type="checkbox"/>                   | Almacenamiento de residuos y productos tóxicos potencialmente peligrosos.                                                        |
| <input type="checkbox"/>                   | Contenedores para residuos urbanos.                                                                                              |
| <input type="checkbox"/>                   | Ubicación de planta móvil de reciclaje "in situ".                                                                                |
| <input type="checkbox"/>                   | Ubicación de materiales reciclados como áridos, materiales cerámicos o tierras a reutilizar                                      |
| <input type="checkbox"/>                   | Otros:                                                                                                                           |

\*Debido a que dichos contenedores son móviles no se adjunta plano.

## 9.- PRESCRIPCIÓN DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y, EN

**SU CASO, OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA**

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | Actuaciones previas en derribos: se realizará el apeo, apuntalamiento, etc. de las partes o elementos peligrosos, tanto en la propia obra como en los edificios colindantes. Como norma general, se actuará retirando los elementos contaminantes y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles, etc). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpintería, y demás elementos que lo permitan. Por último, se procederá derribando el resto.                                                                                                                                                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 metro cúbico, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> | El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, chatarra, etc), que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <input checked="" type="checkbox"/> | En el equipo de obra se establecerán los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación para cada tipo de RCD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje/gestores adecuados. La Dirección de Obras será la responsable última de la decisión a tomar y su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes. |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera, etc.) sean centros autorizados. Así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.<br>Para aquellos RCDs (tierras, pétreos...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.                      |
| <input checked="" type="checkbox"/> | La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional vigente, la legislación autonómica y los requisitos de las ordenanzas locales. Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.                                                                                                                                                                                                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón, serán tratados como residuos "escombro".                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Ante la detección de un suelo como potencialmente contaminado se deberá dar aviso a las autoridades ambientales pertinentes, y seguir las instrucciones descritas en el Real Decreto 9/2005.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <input type="checkbox"/>            | Otros:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Santa Cruz de Tenerife, Febrero de 2019

José Julio Brossa  
Ingeniero Industrial  
Colegiado nº 203



# PRESUPUESTO

## Presupuesto parcial nº 1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

| Nº                                                        | Ud | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Medición | Precio    | Importe   |
|-----------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| 1.1                                                       | Ud | Suministro e instalación de envolvente de Centro de transformación compacto, de estructura monobloque, prefabricado , para instalar en superficie, de dimensiones 2600x2600x2700mm. Incluye cableado, conexionado y comprobado.                                                                                                                                                             |          |           |           |
|                                                           |    | Total ud .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,000    | 15.183,48 | 15.183,48 |
| 1.2                                                       | Ud | Suministro e instalacion de Cuadro de Baja Tensión Sivacon de Siemens con interruptor automático compacto tetrapolar de 1600 Amperios. Marca/Modelo: SIEMENS/ WL I 1600 N con relés de regulación de curva de disparo ETU25B.                                                                                                                                                               |          |           |           |
|                                                           |    | Total Ud .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,000    | 5.061,16  | 5.061,16  |
| 1.3                                                       | M  | Suministro e instalación de puente de BT formado por cable unipolar RV-K 0,6/1kV 3(6x1x240)mm² con conductor de Cu clase 5 de 240mm², aislamiento de de Polietileno Reticulado (XLPE) y cubierta de PVC, con clase CPR Cca-s1b,d1a1, según norma constructiva y de ensayos UNE21123-4, canalizada en bandeja (no incluidos). Instalada, conectada y comprobado su funcionamiento, s/RBT-02. |          |           |           |
|                                                           |    | Total m .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5,000    | 720,26    | 3.601,30  |
| 1.4                                                       | Ud | Suministro e instalación de Transformador encapsulado en resina Epoxy de 1250kVA de la casa comercial IMEFY con termómetro de esfera y accesorio pasatapas enchufables.                                                                                                                                                                                                                     |          |           |           |
|                                                           |    | Total Ud .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,000    | 26.318,03 | 26.318,03 |
| 1.5                                                       | M  | Suministro e instalación de puente de MT formado por cable unipolar RHZ1 12/20kV con conductor de Cu clase 5 de 150mm², según norma constructiva y de ensayos UNE21123-4, canalizada en canal (no incluidos). Instalada, conectada y comprobado su funcionamiento, s/RBT-02.                                                                                                                |          |           |           |
|                                                           |    | Total m .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5,000    | 47,43     | 237,15    |
| 1.6                                                       | Ud | Suministro e instalación de Celda 8DJH-KT de Siemens, que es una celda con función de protección del transformador mediante fusibles de 100A                                                                                                                                                                                                                                                |          |           |           |
|                                                           |    | Total Ud .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,000    | 3.036,70  | 3.036,70  |
| 1.7                                                       | Ud | Suministro e instalación de Celda 8DJH-KL de Siemens, que es una celda con de línea para la salida de los cables de MT                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |           |           |
|                                                           |    | Total Ud .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,000    | 1.965,50  | 1.965,50  |
| Total presupuesto parcial nº 1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN : |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |           | 55.403,32 |

VISADO TF29086/00  
FECHA 21-02-2019  
Pag. 291 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



**Presupuesto parcial nº 2 TIERRAS**

| Nº                                       | Ud | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Medición | Precio   | Importe  |
|------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| 2.1                                      | Ud | Suministro e instalación de puesta a tierra de protección en forma de anillo 2mx2m formado por cobre desnudo de 50mm <sup>2</sup> con 4 picas de 4m enterrado a 80cm de profundidad. Incluye trabajos de apertura de suelo y excavación (zanja de 0,1m x 0,8m) y reposición de los mismos.                                                                                                                                 |          |          |          |
| Total UD .....:                          |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1,000    | 781,97   | 781,97   |
| 2.2                                      | Ud | Suministro e instalación de puesta a tierra de servicio en forma de 3 picas alineadas de 4m unidas por conductor de cobre desnudo de 50mm <sup>2</sup> , enterrado a 80cm de profundidad. Incluye trabajos de apertura de suelo y excavación (zanja de 0,1m x 0,8m) y reposición de los mismos. Incluye conexión con cable aislado RV-K 0,6/1kV de 50mm <sup>2</sup> en puente pasacables instalado de manera superficial. |          |          |          |
| Total UD .....:                          |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1,000    | 1.405,24 | 1.405,24 |
| 2.3                                      | Ud | Suministro e instalación de puesta a tierra de envoltorio de CT en forma de pica de 4m. Incluye trabajos de apertura de suelo, excavación y reposición de suelo. Incluye conexión con cable aislado RV-K 0,6/1kV de 50mm <sup>2</sup> en puente pasacables instalado de manera superficial.                                                                                                                                |          |          |          |
| Total UD .....:                          |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1,000    | 1.050,87 | 1.050,87 |
| Total presupuesto parcial nº 2 TIERRAS : |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |          | 3.238,08 |

VISADO TF29086/00  
FECHA 21-02-2019  
Pag. 292 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

**Presupuesto parcial nº 3 LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN**

| Nº                                                              | Ud | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Medición       | Precio | Importe         |
|-----------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|-----------------|
| 3.1                                                             | M  | Suministro e instalación de Línea de MT formada por cable especial para uso en arrolladores con aislamiento de mezcla de Goma (EPR) Tipo 3GI3 y cubierta de PVC con pantalla semiconductora sobre conductor y aislamiento y con pantalla metálica para 12/20 kV.<br>La sección de la línea será 3x25+3x25/3mm2 y discurrirá bajo canal protectora de 300x60mm2. |                |        |                 |
|                                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Total m .....: | 20,000 | 113,37          |
|                                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |        | 2.267,40        |
| <b>Total presupuesto parcial nº 3 LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN :</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                |        | <b>2.267,40</b> |

VISADO TF29086/00  
FECHA 21-02-2019  
Pag. 293 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

## Presupuesto de ejecución material

|                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| <b>1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b> | <b>55.403,32</b> |
| <b>2 TIERRAS</b>                  | <b>3.238,08</b>  |
| <b>3 LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN</b>  | <b>2.267,40</b>  |
| <b>Total .....</b>                | <b>60.908,80</b> |

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SESENTA MIL NOVECIENTOS OCHO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS.

Santa Cruz de Tenerife (España), Febrero de 2019

José Julio Brossa Gutierrez  
Ingeniero Industrial  
Colegiado nº 203

VISADO TF29086/00  
FECHA 21-02-2019  
Pag. 294 de 305

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



# PLANOS







VISADO TF29086/00  
FECHA 21-02-2019  
Pag. 296 de 305

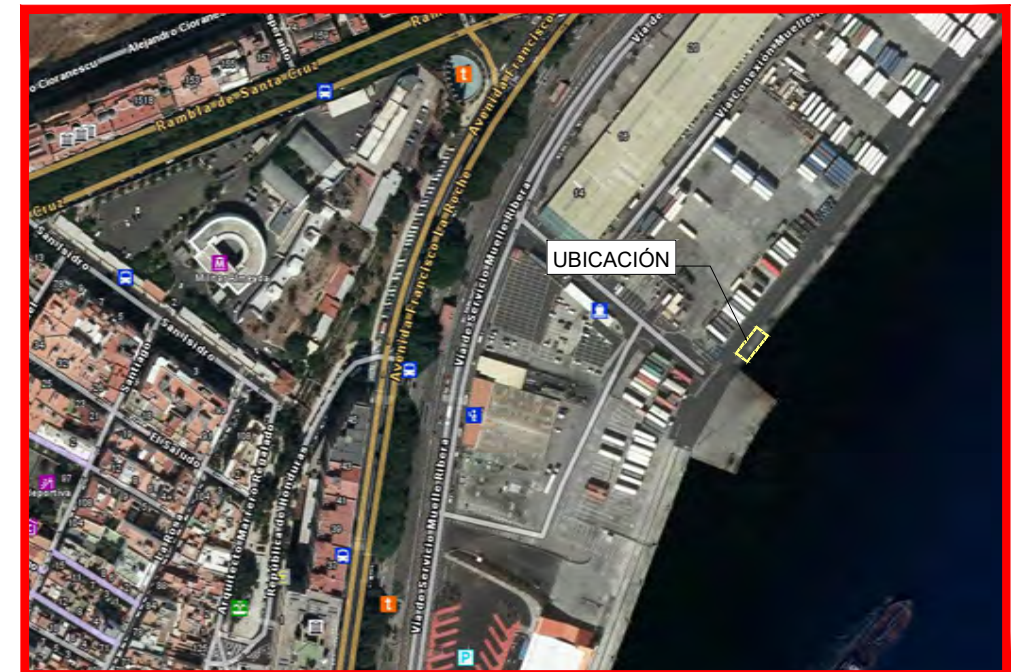
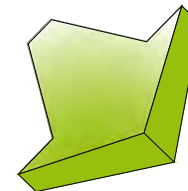
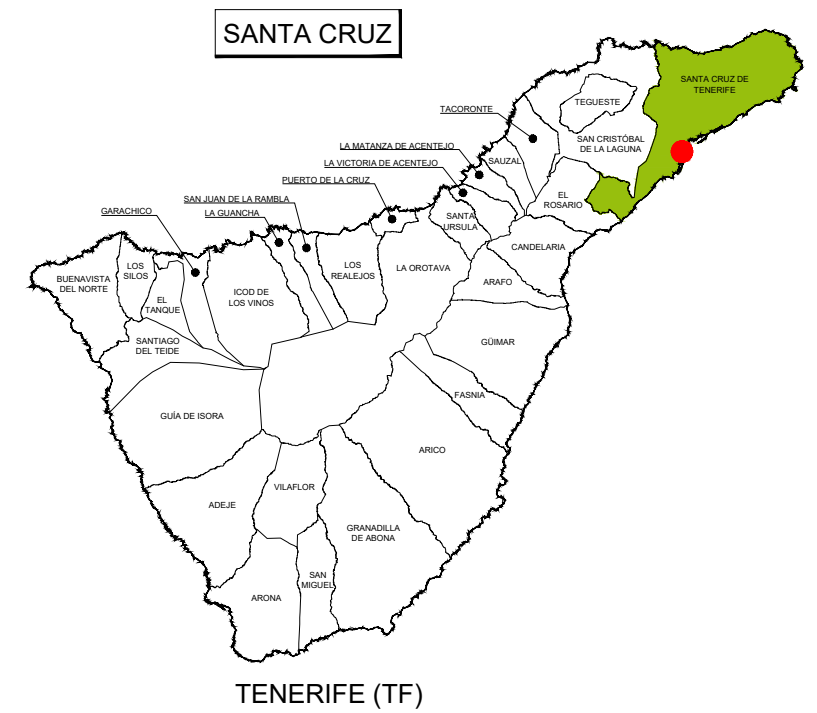
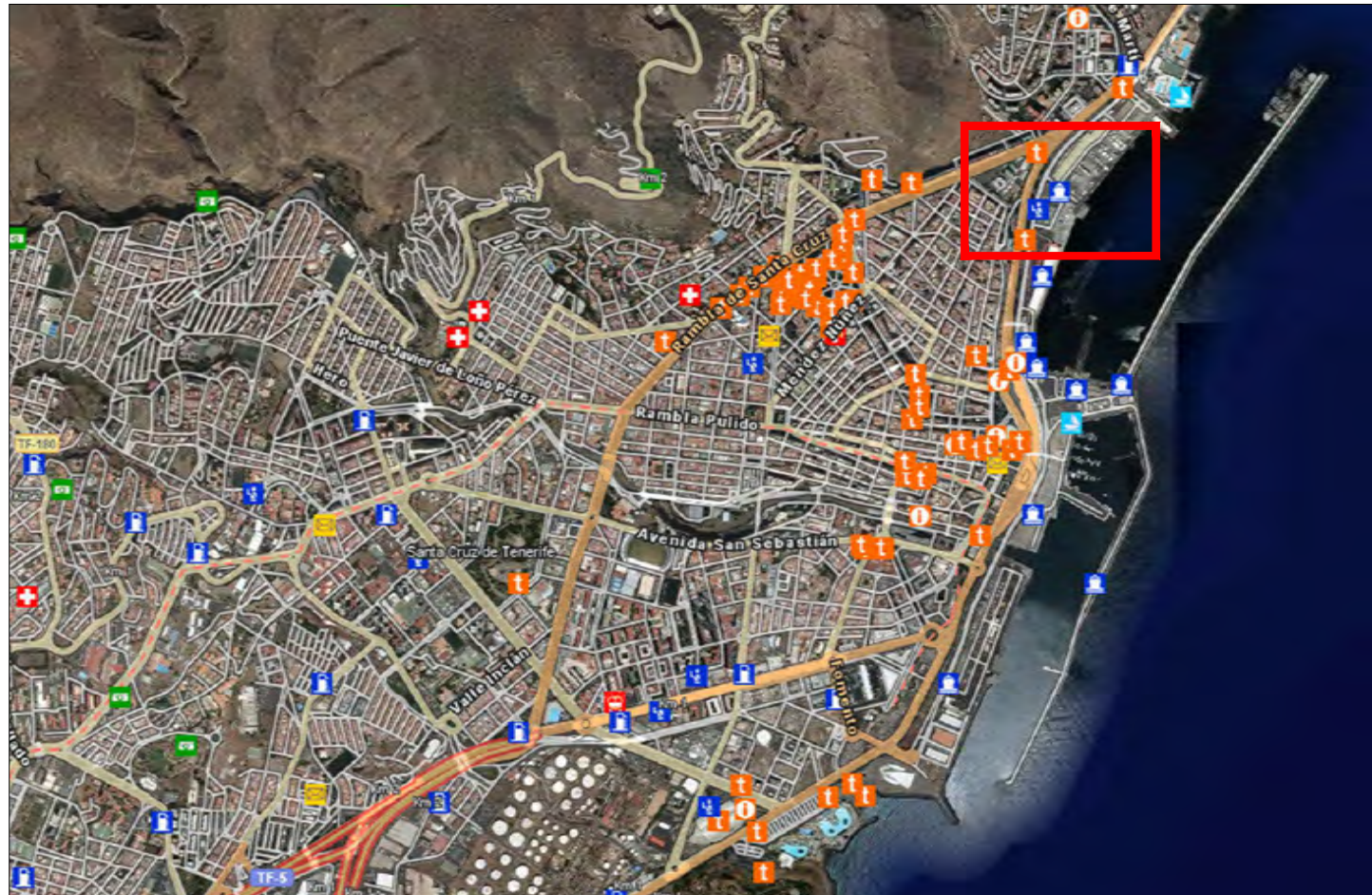
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



# SITUACIÓN

## TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ

### SANTA CRUZ DE TENERIFE



28R 378170.12 m E  
3150441.78 m N

PENSAMOS, LUEGO CREAMOS



PLANO:

SITUACIÓN

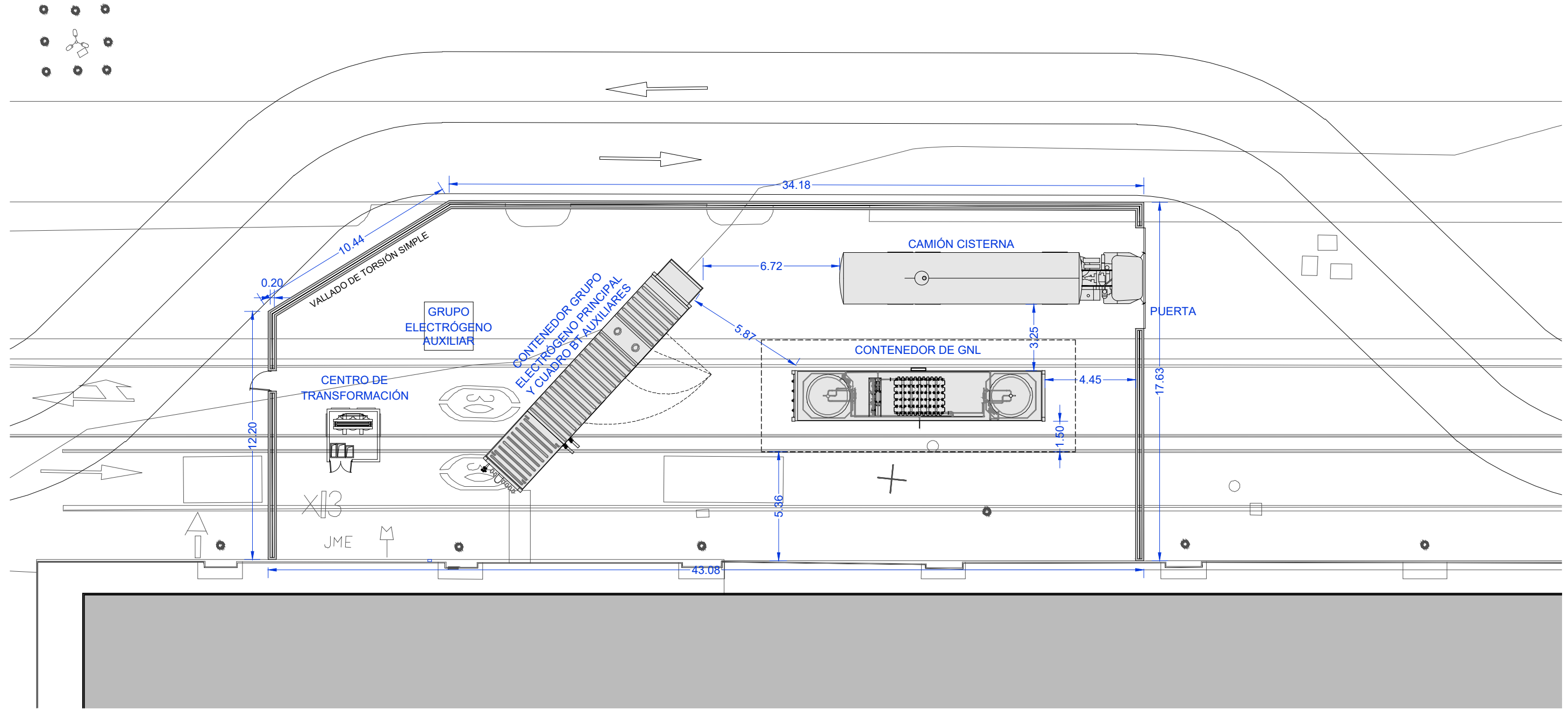
TÍTULO: PROYECTO DE MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

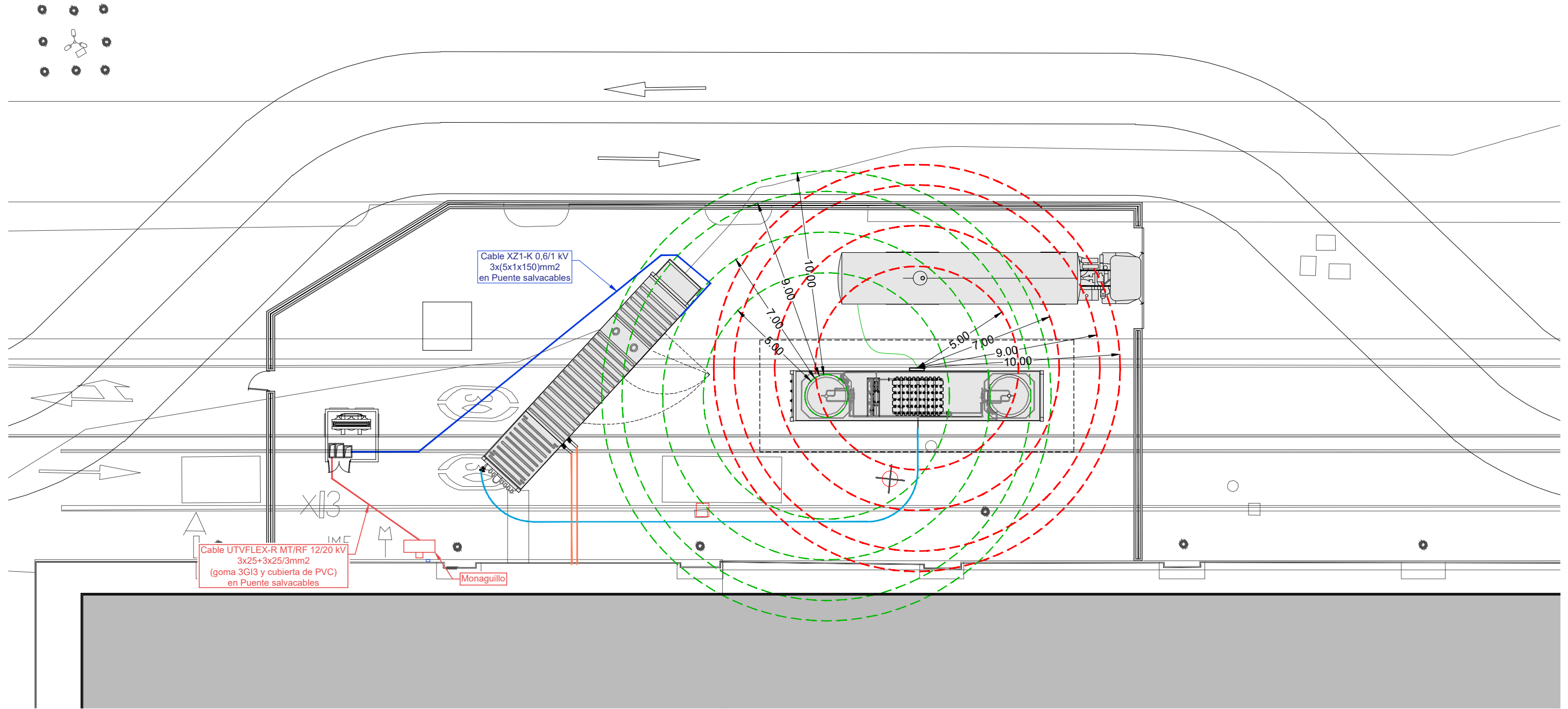
PLANO Nº: 1

FECHA: FEBRERO 2019  
ESCALA: S/E

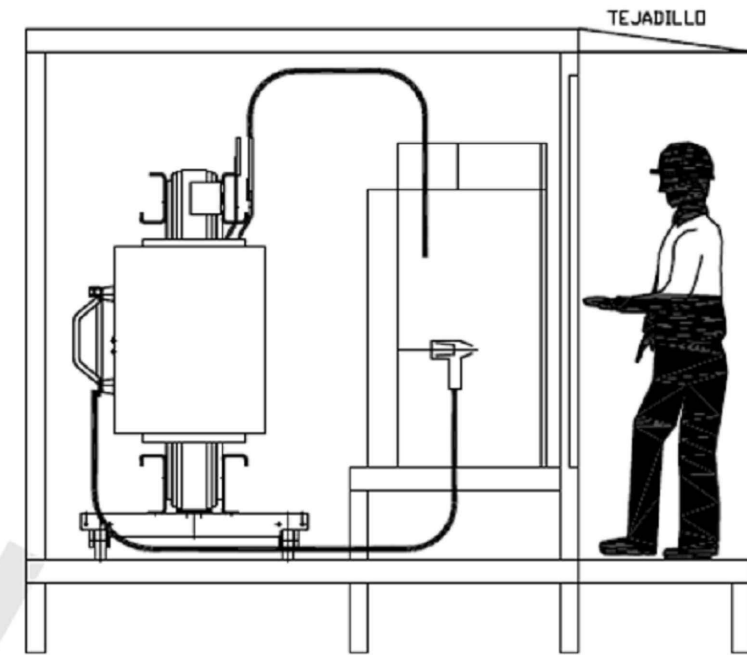
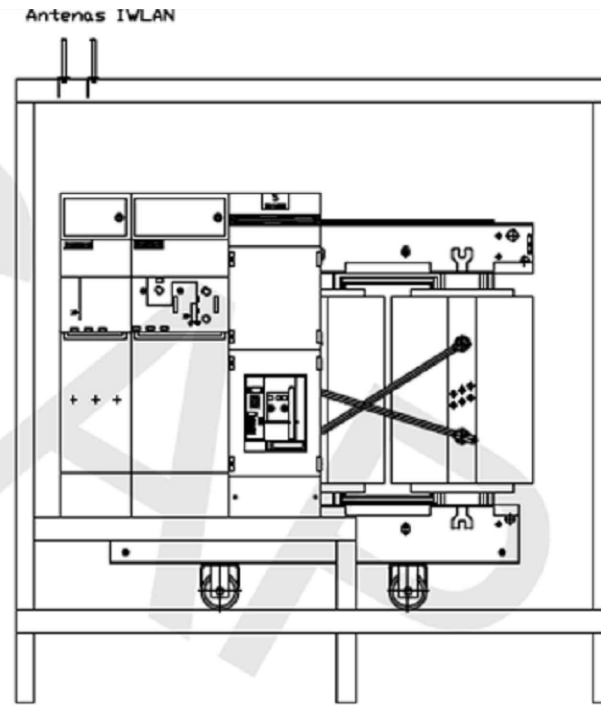
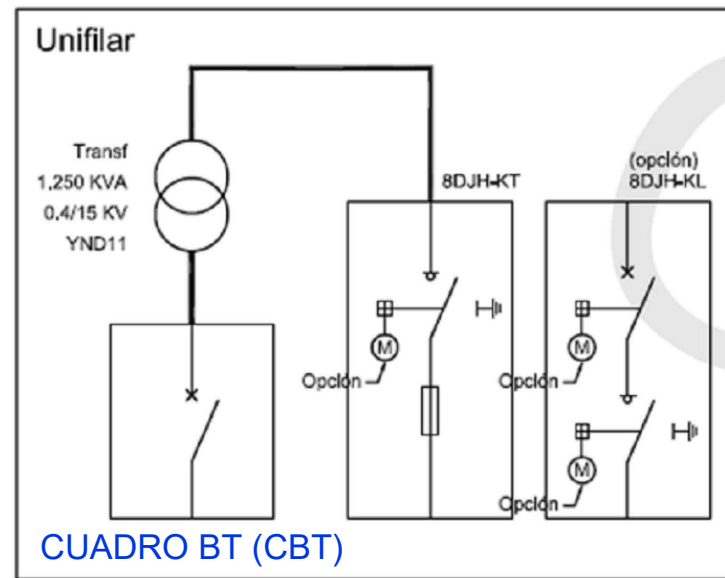
SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ  
PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE  
AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203



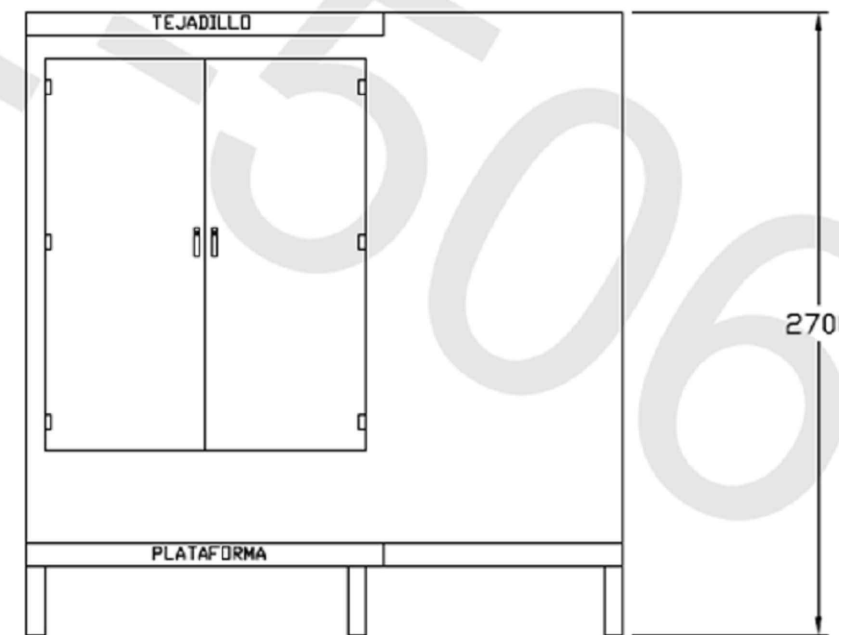
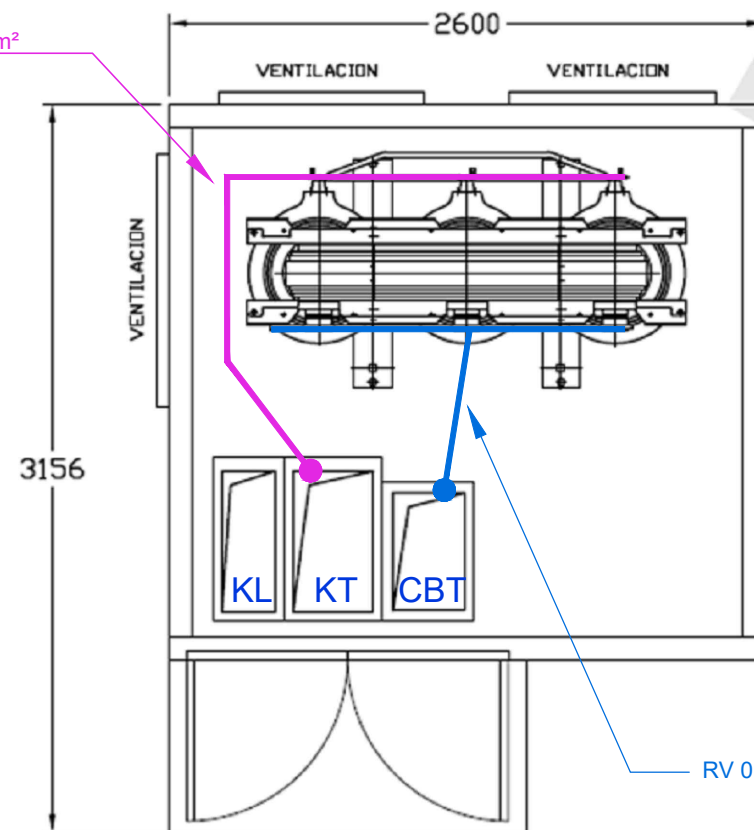




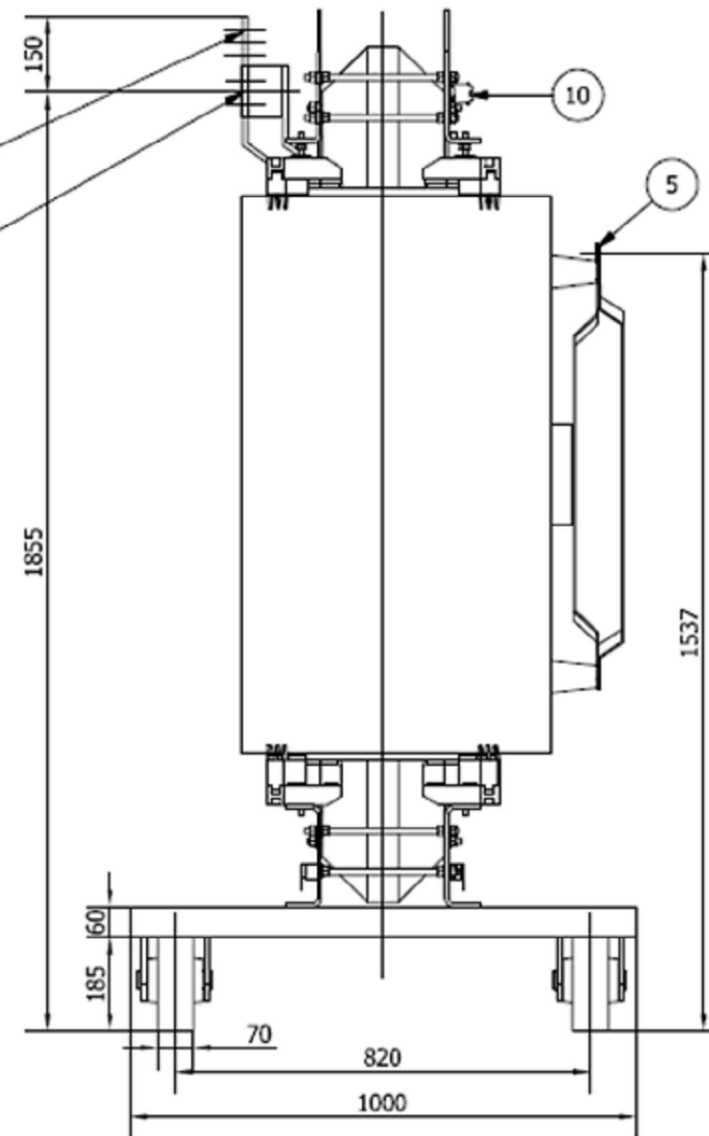
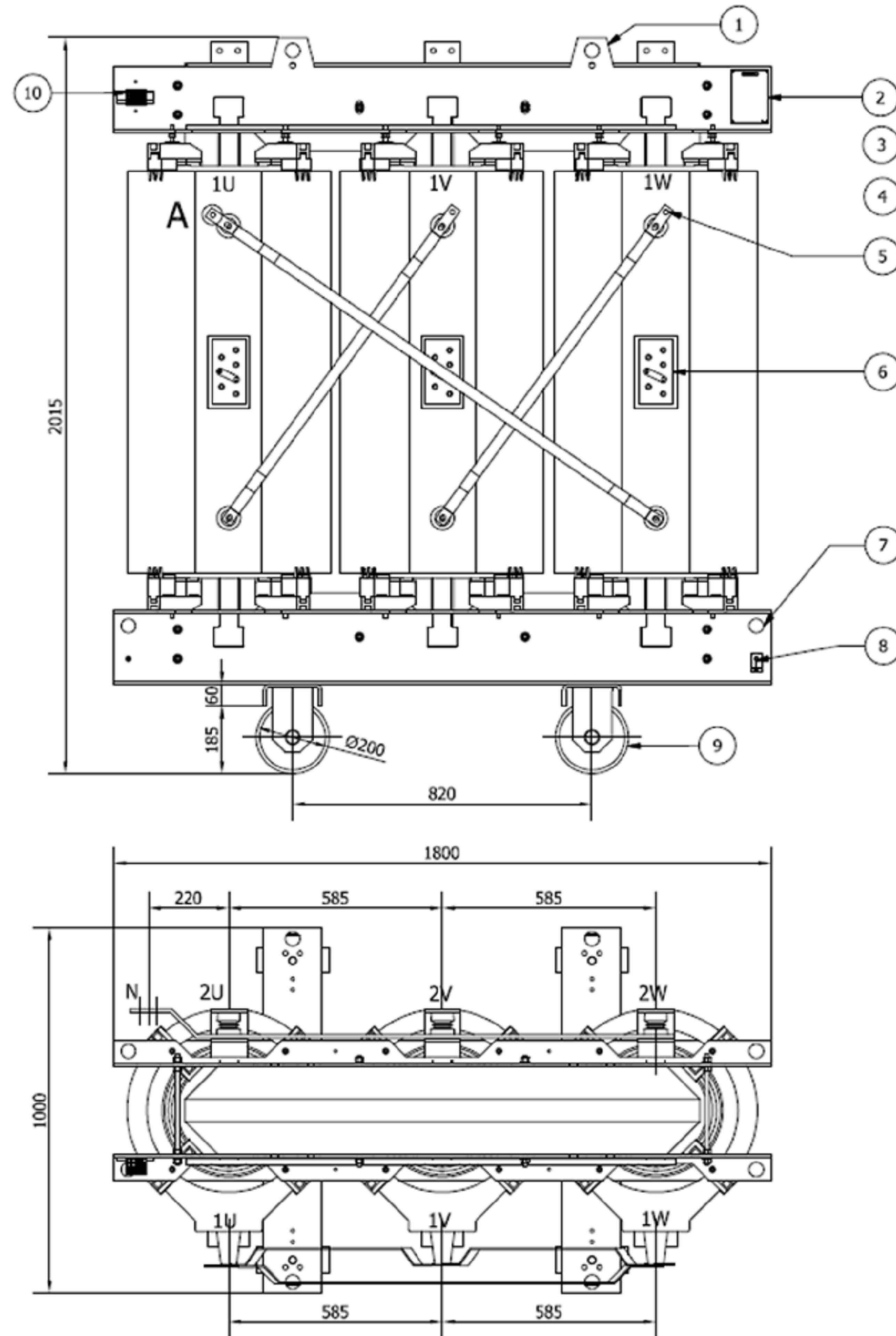
| LEYENDA |                                   |
|---------|-----------------------------------|
|         | Línea de MT                       |
|         | Línea de BT                       |
|         | Manguera flexible DN 50           |
|         | Manguera flexible DN 40           |
|         | Tuberías de agua salada           |
|         | Distancias de seguridad depósitos |
|         | Distancias de seguridad válvulas  |



RHZ1-R 12/20kV 3x(1x150) mm<sup>2</sup>

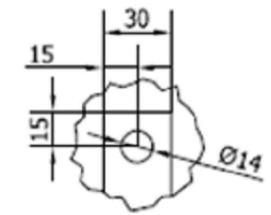




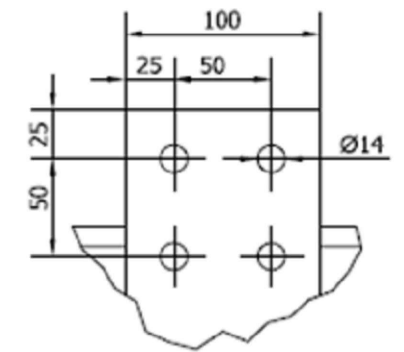


|                                                |          |
|------------------------------------------------|----------|
| Potencia<br>Power                              | 1250 KVA |
| Tensión primaria<br>Primary voltage (H.V.)     | 15 kV    |
| Tensión secundaria<br>Secondary voltage (L.V.) | 400 V    |
| Grupo de conexión<br>Vector group              | Dyn11    |
| Peso<br>Weight                                 | 3370 Kg  |

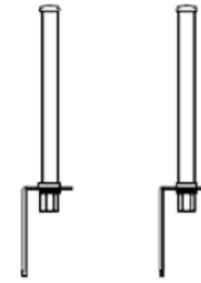
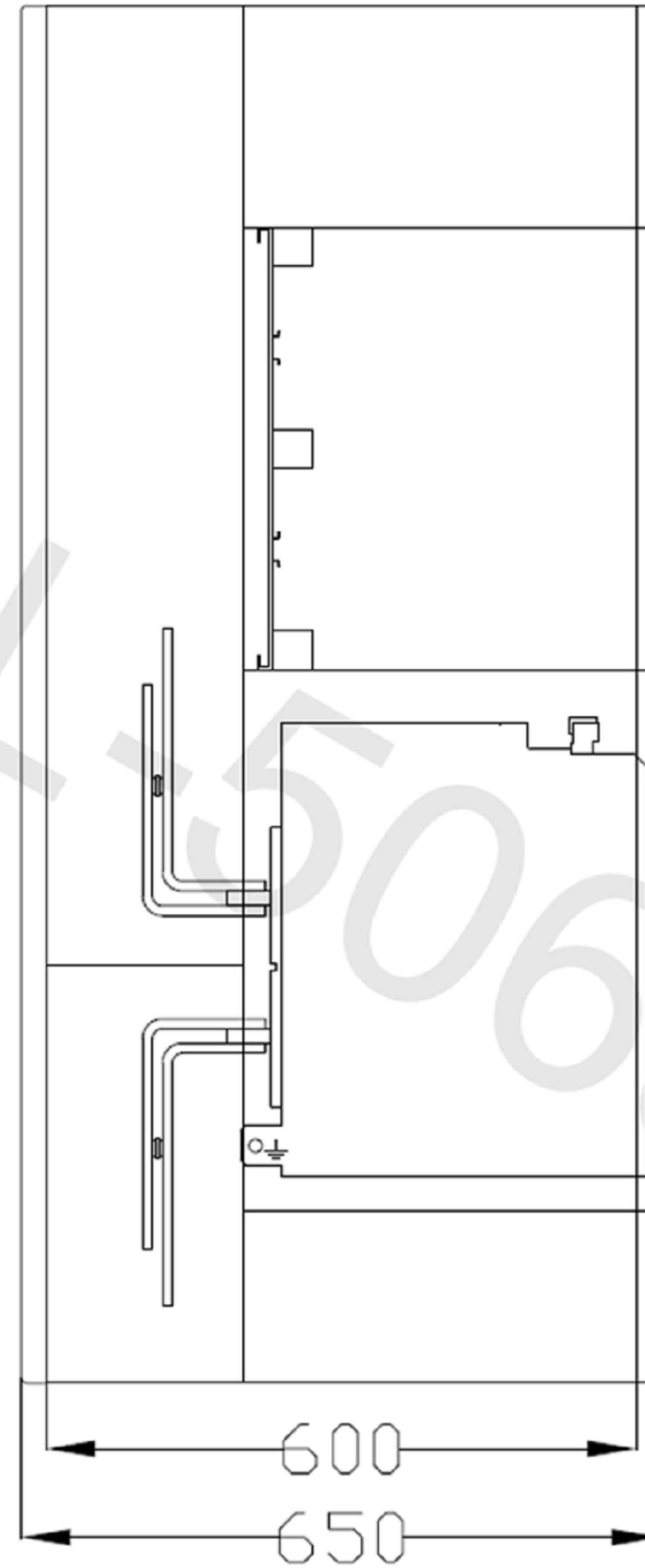
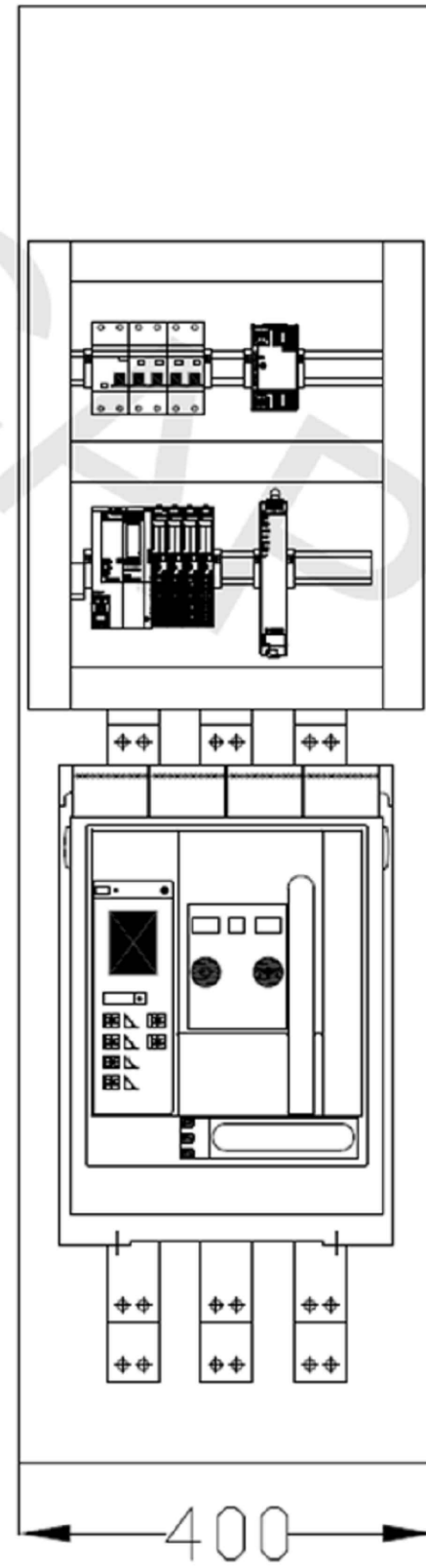
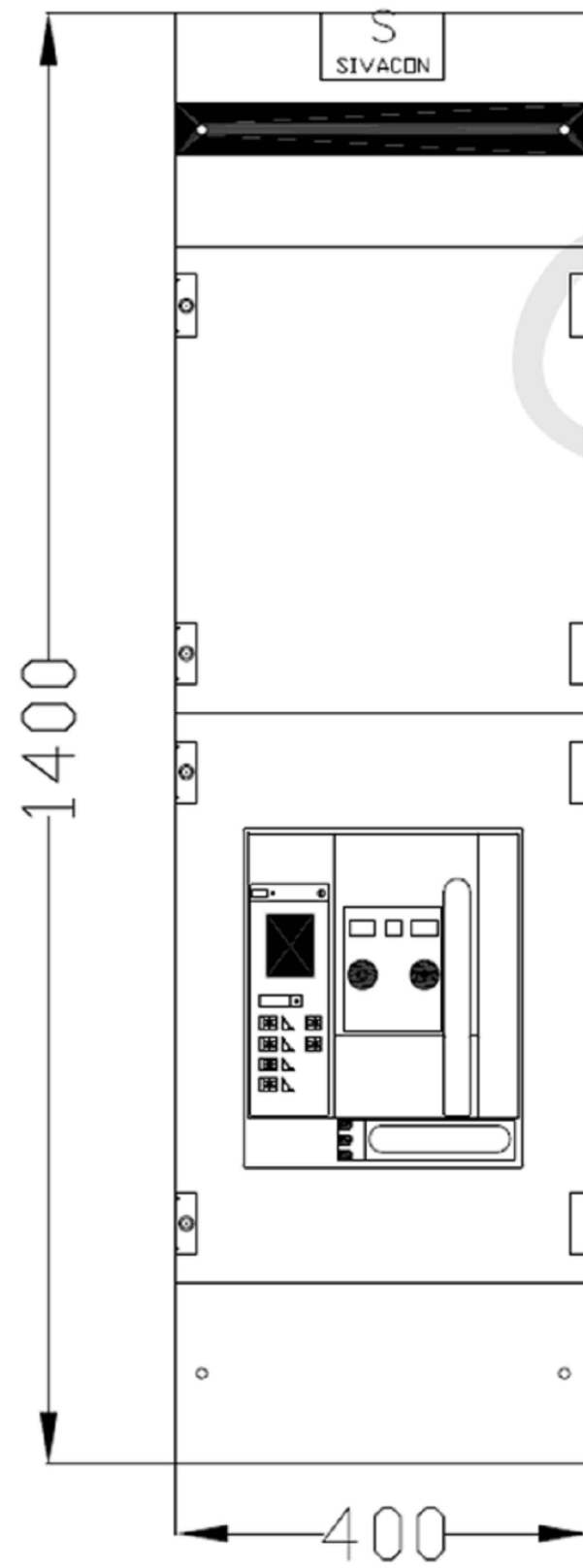
DETALLE TERMINAL A.T.  
H.V. TERMINAL DETAIL  
(Al 30x4)

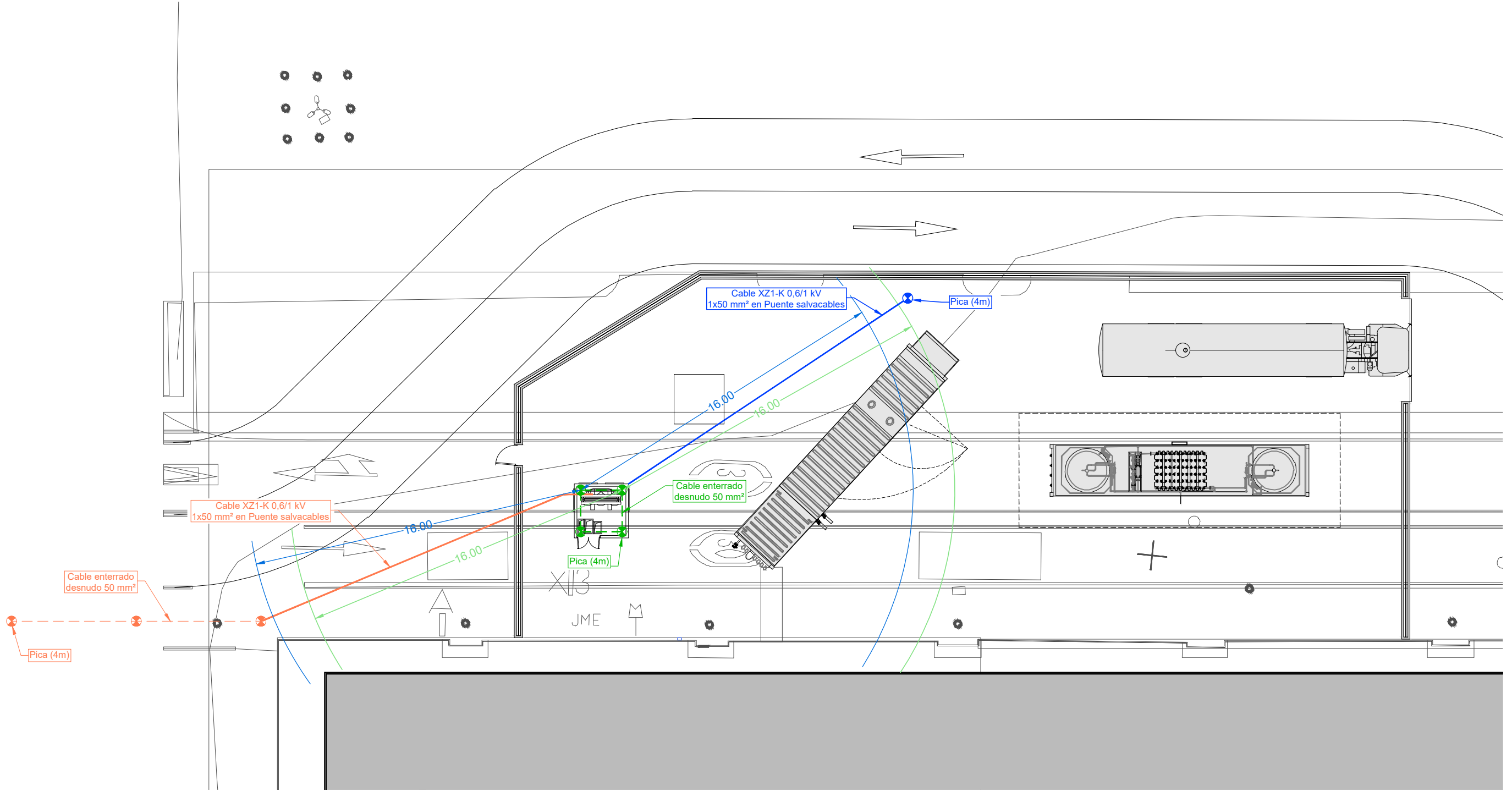


DETALLE TERMINAL B.T y NEUTRO  
L.V. & NEUTRAL TERMINAL DETAIL  
(Al 100x10)



|      |                                                     |
|------|-----------------------------------------------------|
| 10   | Conexión sondas pt-100<br>Pt-100 sensors connection |
| 9    | Ruedas orientables<br>Orientable wheels             |
| 8    | Toma de tierra<br>Earthing                          |
| 7    | Dispositivo de arrastre<br>Couplers                 |
| 6    | Regulador de tensión<br>Tap-Changer                 |
| 5    | Terminal de A.T.<br>High voltage terminal           |
| 4    | Terminal de neutro<br>Neutral terminal              |
| 3    | Terminal de B.T.<br>Low voltage terminal            |
| 2    | Placa de Características<br>Rating plate            |
| 1    | Cáncamos de elevación<br>Lifting eyes               |
| Pos. | Descripción / Descript of part                      |





| LEYENDA |                                  |
|---------|----------------------------------|
|         | Puesta a tierra de servicio      |
|         | Puesta a tierra de protección    |
|         | Puesta a tierra envolvente de CT |

PENSAMOS, LUEGO CREAMOS

PLANO: TIERRAS

TÍTULO: PROYECTO DE MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

FECHA: FEBRERO 2019

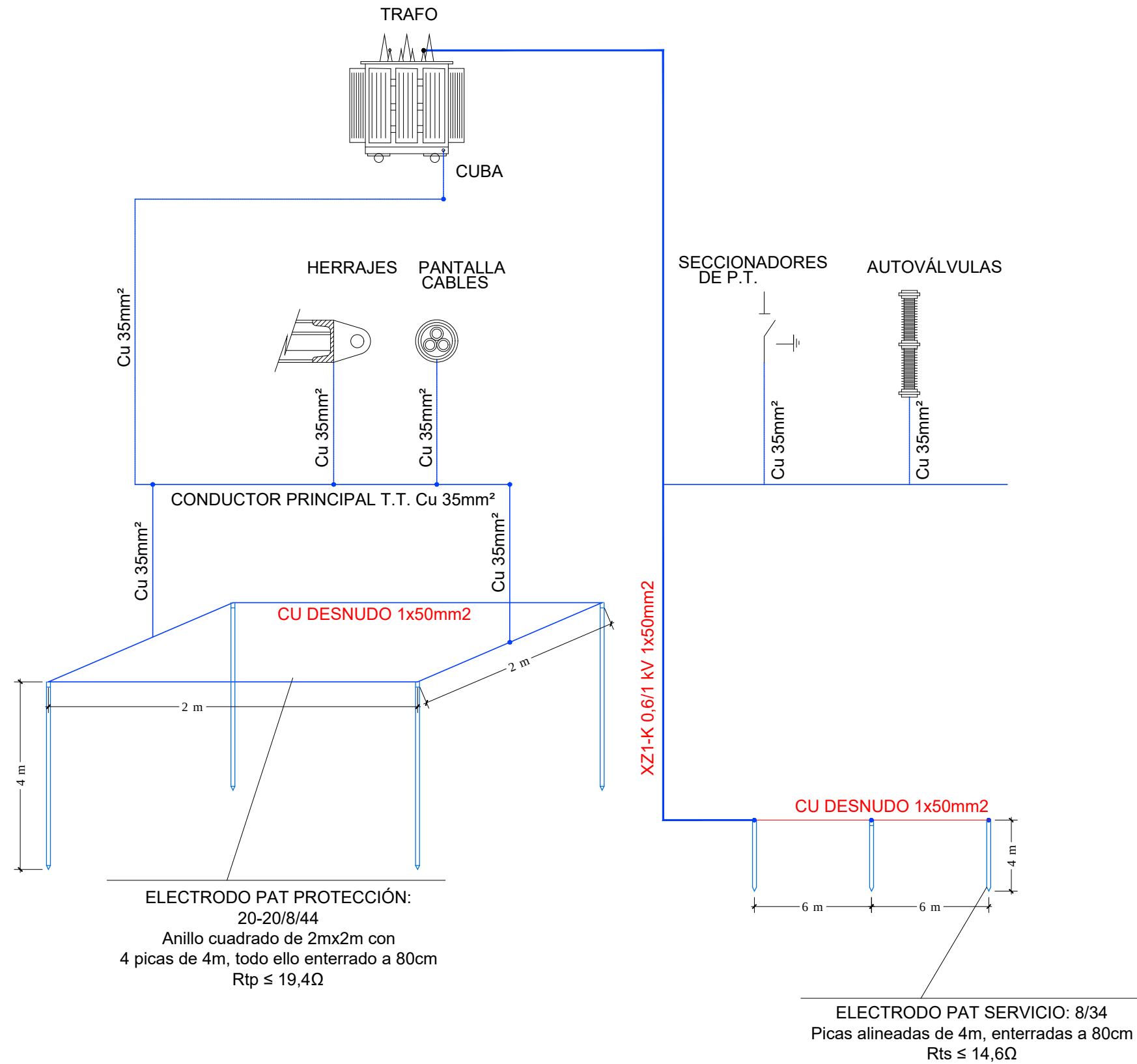
ESCALA: 1/200

SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ

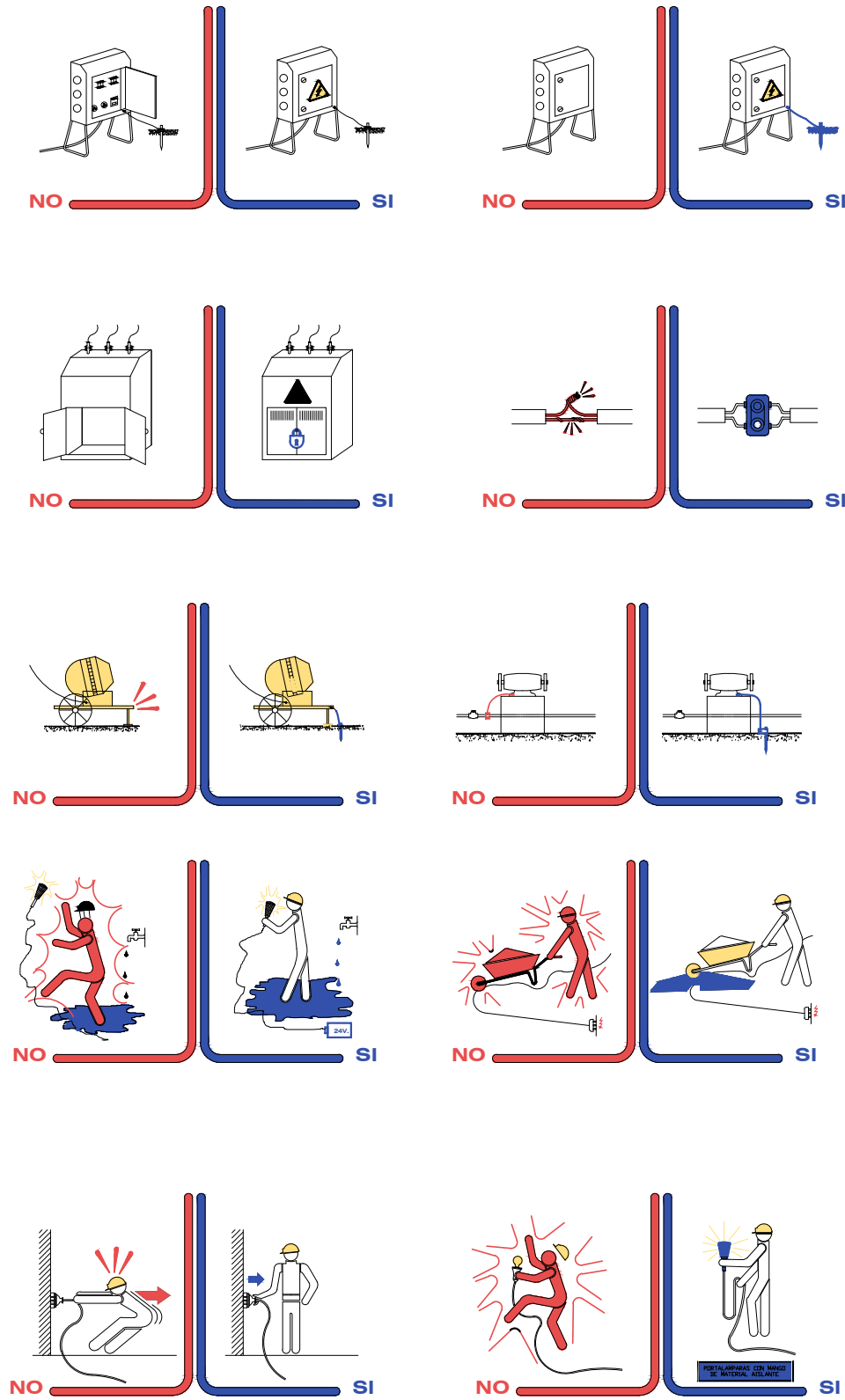
PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE

AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203

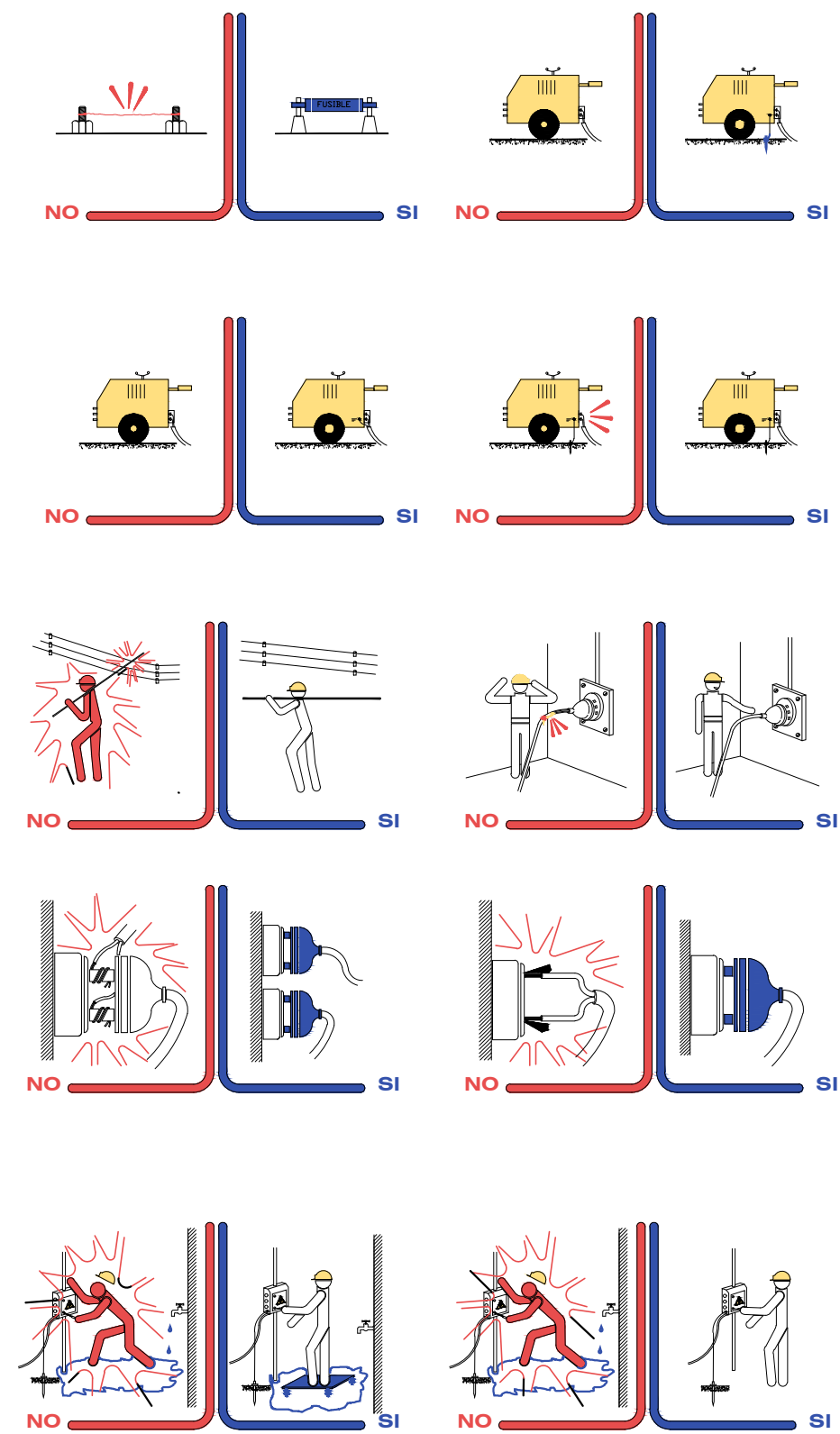
PLANO Nº: 7



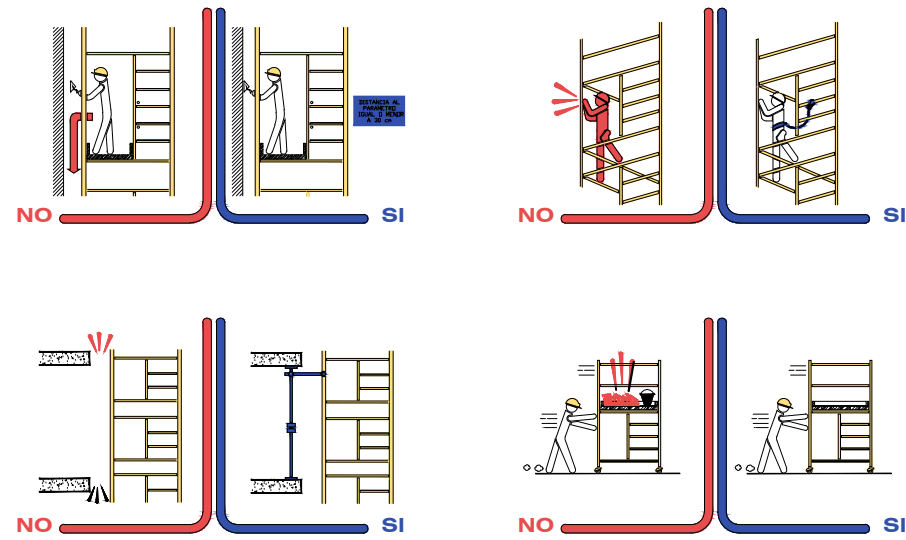




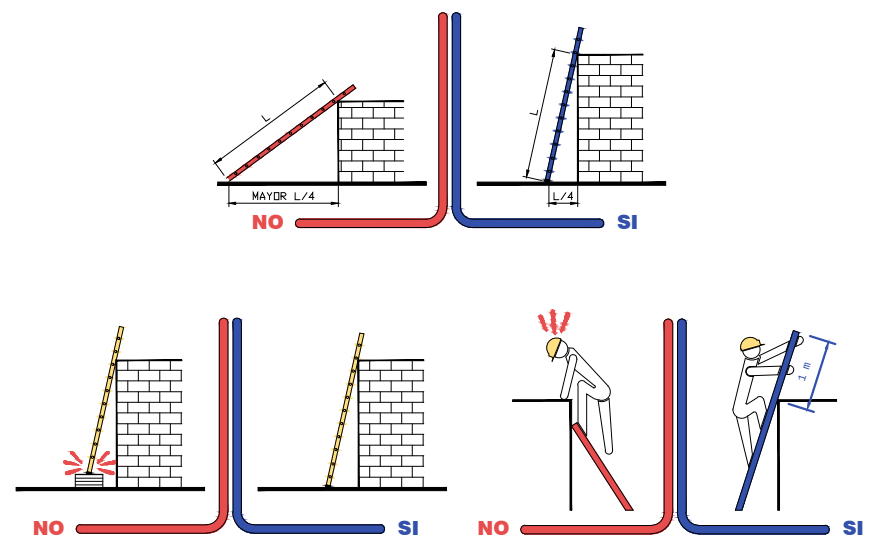
## ELECTRICIDAD



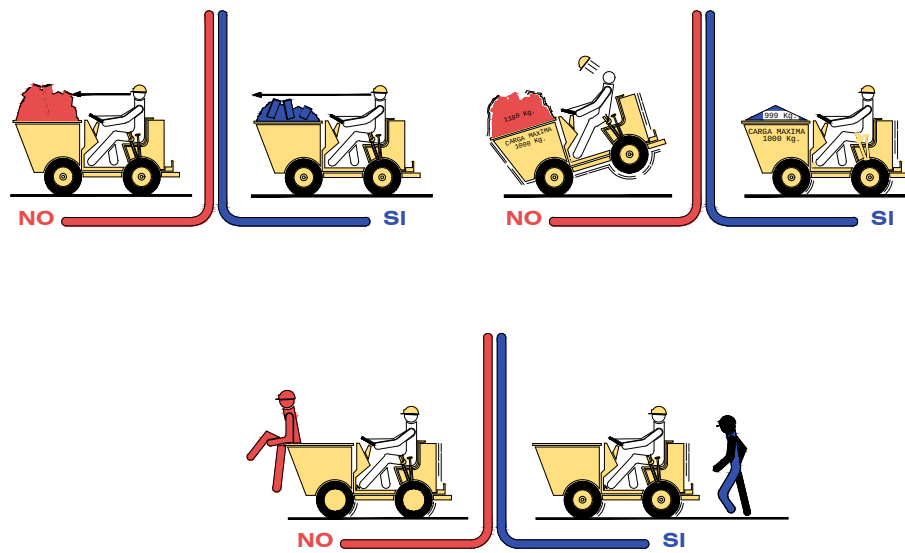
### ANDAMIOS TUBULARES



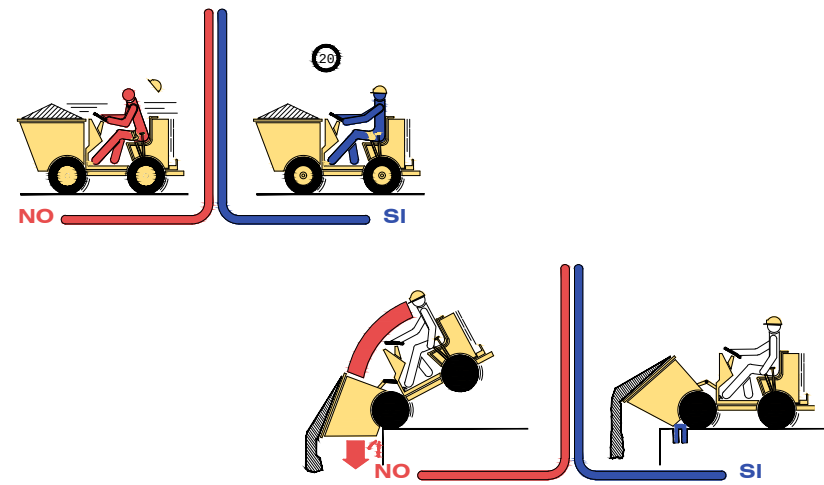
### ESCALERAS DE MANO



### DUMPER



### DUMPER



# CERTIFICADO FINAL DE OBRA

D. José Julio Brossa Gutiérrez con título Profesional de Ingeniero Industrial con domicilio en c/ Emilio Calzadilla, nº10, 1ºF, S/C de Tenerife, teléfonos 922 28 96 27 y 607561360. Colegiado nº203, del Ilustre COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE como Director Técnico de la Instalación correspondiente al Proyecto:

## PROYECTO DE MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

VISADO TF29086/00 FECHA 21-02-2019

, cuyo **titular** es:

|               |                                                                  |
|---------------|------------------------------------------------------------------|
| Razón Social: | <b>Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife</b>             |
| CIF:          | <b>Q3867002B</b>                                                 |
| Dirección:    | <b>Av. Francisco La Roche, 49, 38001, Santa Cruz de Tenerife</b> |
| Contacto:     | <b>922 60 54 87</b>                                              |

### ANTECEDENTES:

Durante la obra se observó que dada la composición del terreno en el punto de ubicación de los elementos del CT (bloque de hormigón), sería necesario modificar la ubicación de las mismas, según se observa en proyecto.

### , POR LO TANTO, CERTIFICO:

1. Que la instalación técnica se ha realizado conforme al proyecto, salvo las modificaciones que se recogen en este certificado y en los planos.
2. Que la instalación cumple con las condiciones técnicas y prescripciones reglamentarias que le son de aplicación.
3. Que la instalación ha sido ejecutado bajo mi dirección.
4. Que la instalación ha sido realizada por el instalador autorizado que se detalla a continuación:

### Instalador

|               |                                                           |
|---------------|-----------------------------------------------------------|
| Razón Social: | <b>COMPAÑÍA DE EFICIENCIA Y SERVICIOS INTEGRALES S.L.</b> |
| CIF:          | <b>B-35529908</b>                                         |
| REI:          | <b>35/14614</b>                                           |
| Tlf:          | <b>928 36 3422</b>                                        |
| Instalador:   | <b>Carlos Tabares de Nava Ponte</b>                       |
| CCI:          | <b>43792817N</b>                                          |

**DOCUMENTACIÓN ADJUNTA:**

Instalación de MT

1. Modelo Oficial de CFO.

Planos

Planos que reflejan los cambios respecto a proyecto en la obra finalmente realizada.

Y para que así conste y para su presentación ante los Organismos Oficiales que fuera necesario, firmo el presente en:

Santa Cruz de Tenerife (España), a Noviembre de 2019

José Julio Brossa  
Ingeniero Industrial  
Colegiado nº 203







Nº

C. D. F. O.  
A.T/M.T..

Página 1 de 3

**CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA DE  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE A.T./M.T.**

|                          |                                                                                     |        |                           |                        |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------|------------------------|
| Nombre                   | D. JOSE JULIO BROSSA GUTIERREZ                                                      |        |                           |                        |
| Título facultativo       | INGENIERO INDUSTRIAL                                                                |        | Especialidad              | MECANICA               |
| Denominación instalación | PROYECTO DE MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE |        | Nº expediente             | AT /                   |
| Domicilio                | C/ EMILIO CALZADILLA                                                                | Nº: 10 | Portal/planta: 1ºF        | CP: 38002              |
| Tlfno/s                  | 922 28 96 27                                                                        | e-mail | gerente@cmningenieria.com |                        |
| Localidad                | SANTA CRUZ DE TENERIFE                                                              |        | Municipio                 | Santa Cruz de Tenerife |
| Colegio Oficial          | INGENIEROS INDUSTRIALES S/C DE TENERIFE                                             |        | Nº colegiado              | 203                    |

**CERTIFICA:**

1. Que ha realizado la dirección de obra de la instalación descrita en el presente documento.
2. La instalación está completamente terminada, siendo la fecha de inicio en Noviembre de 2019 y la fecha de finalización en Noviembre de 2019.
3. La instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto presentado.
4. La instalación se ajusta a los reglamentos específicos y de seguridad que le son de aplicación y demás normas de obligado cumplimiento que le afectan, así como a las Normas Particulares de la empresa distribuidora, aprobadas por la Administración.
5. Que todos los elementos y dispositivos instalados cumplen las normas UNE, EN o CEI, que, en su caso, estén declaradas de obligado cumplimiento o, en su defecto, se especifiquen en el proyecto.
6. Se han realizado bajo mi supervisión las verificaciones, medidas y reconocimientos reglamentarios, todos ellos con resultado favorable.
7. El presupuesto final de ejecución de la obra ha sido **60908,80€**
8. Que las características técnicas principales son las que se indican en las páginas siguientes.

Lo que certifico a los efectos previstos en las disposiciones vigentes y para que conste en la Consejería de Empleo, Industria y Comercio.

Firmo el presente certificado en Santa Cruz de Tenerife a de Noviembre de 2019

El /La

Visado

Fdo:

**TITULARES DE LA INSTALACIÓN**

|                     |                                               |           |                        |                |           |
|---------------------|-----------------------------------------------|-----------|------------------------|----------------|-----------|
| Titular Instalación | AUTORIDAD PORTUARIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE |           |                        |                |           |
| DOI/CIF.            | Q-3867002-B                                   |           | Tlfno/s.               | 922 60 54 87   |           |
| Localidad           | Santa Cruz de Tenerife                        | Municipio | Santa Cruz de Tenerife | Isla           | Tenerife  |
| Domicilio           | Av. Francisco La Roche                        |           | Nº: 49                 | Portal/planta: | CP: 38001 |

**EMPLAZAMIENTO Y USO DE LA INSTALACIÓN**

|                      |                                                               |           |                        |            |          |
|----------------------|---------------------------------------------------------------|-----------|------------------------|------------|----------|
| Ubicación            | Terminal de Cruceros Del Puerto de Santa Cruz de Tenerife     |           | Nº:S/N                 | CP: 38001  |          |
| Localidad            | Santa Cruz de Tenerife                                        | Municipio | Santa Cruz de Tenerife | Isla       | Tenerife |
| Uso a que se destina | Centro de transformación elevador para alimentación de buques |           |                        | Superficie | m²       |

**INSTALADOR Y EMPRESA INSTALADORA**

|                           |                                                                                             |                     |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| INSTALADOR AUTORIZADO     | Categoría: <input type="checkbox"/> Básica <input checked="" type="checkbox"/> Especialista |                     |
| EMPRESA INSTALADORA       | COMPAÑÍA DE EFICIENCIA Y SERVICIOS INTEGRALES S.L.                                          | Nº Carné 35/14614   |
| Nombre y apellidos (P.H.) | D. Carlos Tabares de Nava Ponte                                                             | Nº C.C.I. 43792817N |

**PROYECTO PRESENTADO**

|                    |                                                                                     |       |              |          |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|----------|
| Autor              | D. JOSE JULIO BROSSA GUTIÉRREZ                                                      |       |              |          |
| Título proyecto    | PROYECTO DE MEDIA TENSIÓN PARA PLANTA SATÉLITE GNL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE |       |              |          |
| Título facultativo | INGENIERO INDUSTRIAL                                                                |       | Especialidad | MECÁNICA |
| Visado nº          | TF29086/00                                                                          | Fecha | 21/02 /2019  |          |



Nº

C. D. F. O.  
A.T/M.T..

Página 2 de 3

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN****Línea**

|                            |                                          |                                      |                                   |                             |
|----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Línea de:                  | M.T. <input checked="" type="checkbox"/> | Aérea <input type="checkbox"/>       | Protección contra sobretensiones: | Sí <input type="checkbox"/> |
|                            | A.T. <input type="checkbox"/>            | Subterránea <input type="checkbox"/> |                                   | No <input type="checkbox"/> |
| Tensión(kV):               | 15                                       | Alimentación:                        | Duplex <input type="checkbox"/>   |                             |
| Aislamiento:               |                                          |                                      | Simple <input type="checkbox"/>   |                             |
| Sección (mm <sup>2</sup> ) |                                          | Longitud (m)                         |                                   |                             |
| Al/Cu                      |                                          | Nº tramos                            |                                   |                             |
| Nº Apoyos                  |                                          | Tipo Apoyos                          |                                   |                             |
| Origen línea               |                                          |                                      |                                   |                             |
| Final línea                |                                          |                                      |                                   |                             |

**Centro de transformación / Subestación**

|                                                               |    |               |
|---------------------------------------------------------------|----|---------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Centro de transformación  | Nº | Código Unelco |
| <input type="checkbox"/> Centro de entrega, medida o maniobra |    | Tipo          |
| <input type="checkbox"/> Subestación                          |    |               |

|            |                                              |                                                 |              |                                             |                                  |
|------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------|----------------------------------|
| Ubicación: | Exterior <input checked="" type="checkbox"/> | Interior <input checked="" type="checkbox"/>    | Medida :     | AT <input type="checkbox"/>                 | BT <input type="checkbox"/>      |
| Acceso:    | Vía pública <input type="checkbox"/>         | Vía privada <input checked="" type="checkbox"/> | Ventilación: | Natural <input checked="" type="checkbox"/> | Forzada <input type="checkbox"/> |

**Transformadores / Motores / Celdas**

|                                     |                 |                          |                             |                             |      |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------|
| Nº trafos                           | 1               | x Potencia trafos (kVA)  | 1250                        | = Potencia total (kVA)      | 1250 |
| Nº motores                          |                 | x Potencia motores (kVA) |                             |                             |      |
| Marca                               | IMEFY           | Nº Fabricación           |                             |                             |      |
| Relación transformación             | 400V/15kV       | Tipo aislante            | Aceite                      |                             |      |
| Conexión                            | Dyn11           | $\epsilon_{cc}$          | 6%                          |                             |      |
| Nº celdas                           | 2               | Tipo celdas              | SF6                         |                             |      |
| Marca/modelo celdas                 | SCHNEIDER       | Configuración            | P-V+R                       |                             |      |
| Protección contra sobrintensidades: | Fusibles (A)    | Ruptofusibles (A)        |                             |                             |      |
|                                     | Interruptor (A) | Relé:                    | Sí <input type="checkbox"/> | No <input type="checkbox"/> |      |

**Circuitos de Baja Tensión / Media Tensión**

| Nº                         | I              | II             | III            | ...            | N              |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Sección (mm <sup>2</sup> ) |                |                |                |                |                |
| Protección                 | Fusible / I.A. | Fusible / I.A. | Fusible / I.A. | Fusible / I.A. | Fusible / I.A. |

**Otros datos**

|                              |                                                     |
|------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Responsable Mantenimiento:   | Distribuidor/Transportista <input type="checkbox"/> |
|                              | Particular <input type="checkbox"/>                 |
| Otras empresas colaboradoras |                                                     |

**Servicios auxiliares**

|                                                                      |                                                    |                                                          |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Iluminación normal                          | <input type="checkbox"/> Iluminación de emergencia | <input type="checkbox"/> Sist. alimentación protecciones |
| <input type="checkbox"/> Enclavamientos mecánicos                    | <input type="checkbox"/> Enclavamientos eléctricos | <input type="checkbox"/> Telemando                       |
| <input type="checkbox"/> Telemida (señal telefónica)                 |                                                    | Otros                                                    |
| <input type="checkbox"/> Sistema propio contra incendios             |                                                    |                                                          |
| <input type="checkbox"/> Dispone de EPI's y carteles de señalización |                                                    |                                                          |



Nº

C. D. F. O.  
A.T/M.T..

Página 3 de 3

**MEDIDAS Y VERIFICACIONES REALIZADAS**

Fecha: / / 20

|                                                                              | I     | II | III                                           | ... | N |      |
|------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----------------------------------------------|-----|---|------|
| Resistencia de P.A.T. del neutro                                             | 1,64Ω |    |                                               |     |   |      |
| Resistencia de P.A.T. de herrajes                                            | 4,99Ω |    |                                               |     |   |      |
| Resistencia de P.A.T. de apoyos                                              |       |    |                                               |     |   |      |
| Tensión de paso máxima (V)                                                   | 0,15  |    | Tensión de contacto máxima (V)                |     |   | 0,15 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Comprobación independencia tierras AT/BT |       |    | <input type="checkbox"/> Otras Verificaciones |     |   |      |

**OTROS DOCUMENTOS TÉCNICOS DE LA INSTALACIÓN**

|                                                                |                                              |                               |  |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Certificado Instalación    | <input checked="" type="checkbox"/> Proyecto | <input type="checkbox"/> Otro |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Certificado Inspección OCA | <input type="checkbox"/> Reformado           |                               |  |

**DOCUMENTACIÓN ADICIONAL**

Se aporta la documentación técnica complementaria siguiente:

- ☐ Se adjunta certificado del instalador contra incendios nº:
- ☐ Se adjunta contrato de mantenimiento con la empresa:
- ☐ Se adjunta esquema unifilar actualizado.
- ☐ Se adjuntan los valores medidos de las tensiones de paso y de contacto y plano de distribución de los puntos controlados.
- ☐ Se adjuntan otros datos que complementan aquellos aspectos no recogidos explícitamente en el presente certificado.

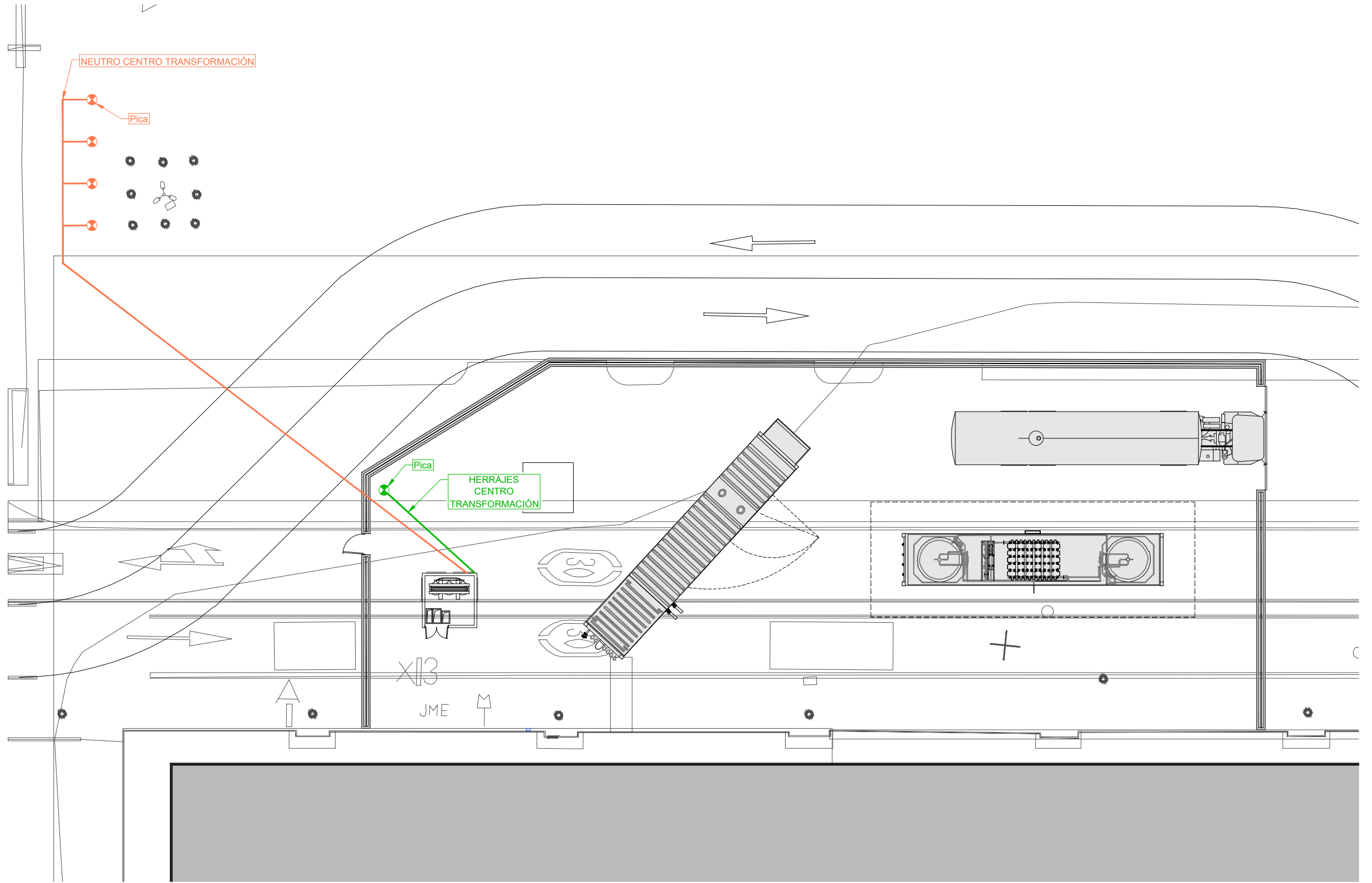
**INFORMACIÓN ADICIONAL**

- ☐ Protocolo de ensayo del trafo según norma UNE:
  - ☐ Relación de expediente industriales vinculados aguas abajo con esta instalación.
- |               |  |  |
|---------------|--|--|
| Nº Expediente |  |  |
|               |  |  |
|               |  |  |
|               |  |  |

**MODIFICACIONES Y ANEXOS:**

Firmo el presente certificado en Santa Cruz de Tenerife a Noviembre de 2019

**Visado**El /La  
Fdo:







# PROYECTO PLANTA SATÉLITE DE GNL EN CONTENEDOR MARÍTIMO

## REDACCIÓN DEL PROYECTO:

José Julio Brossa Gutiérrez  
Ingeniero Industrial col. 203

## PETICIONARIO:

Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife

## EMPLAZAMIENTO:

Muelle de Ribera de Santa Cruz de Tenerife

## FECHA:

*noviembre de 2018*

VISADO TF29299/00  
FECHA 05-04-2019  
Pag. 1 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



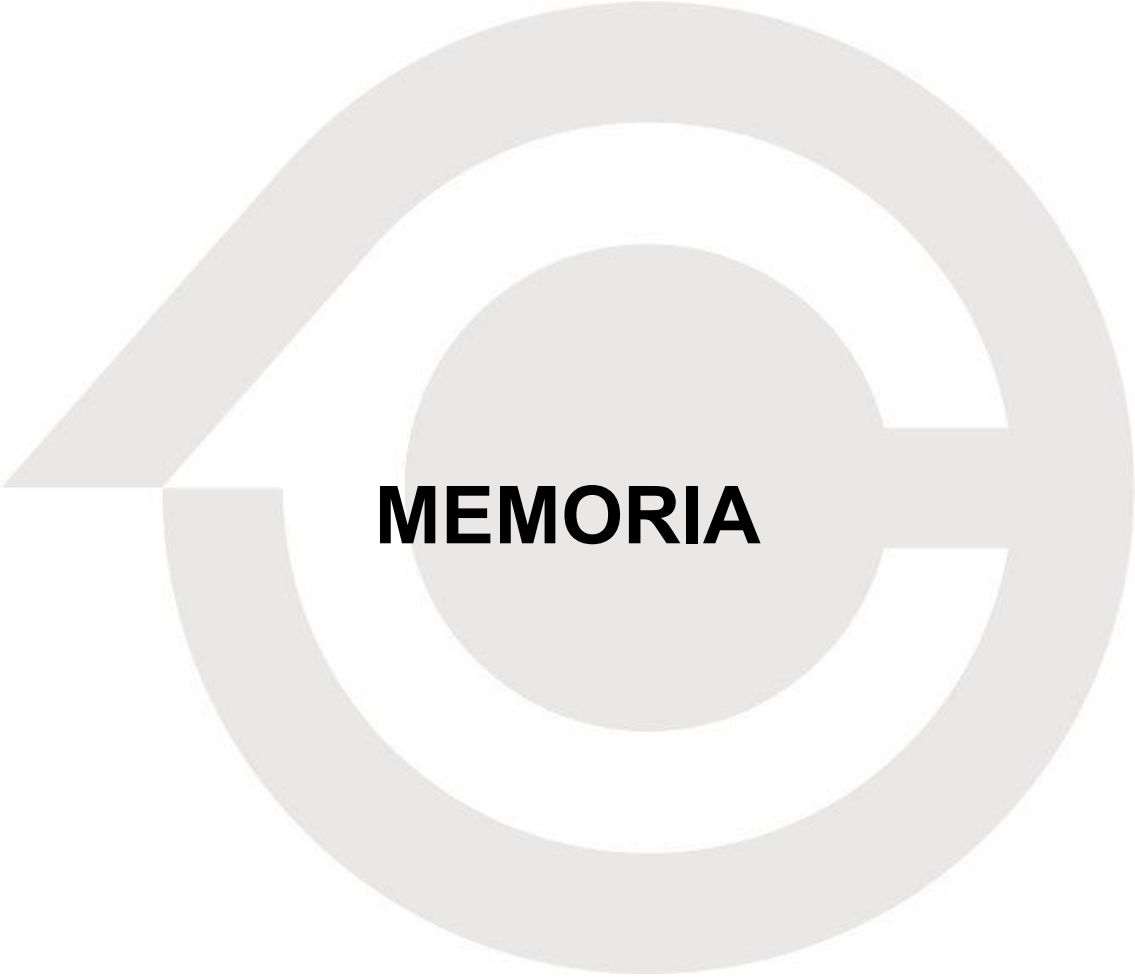


# ÍNDICE

|                                                                                          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO</b>                                            | <b>7</b>  |
| <b>2.- LEGISLACIÓN APLICABLE</b>                                                         | <b>7</b>  |
| <b>3.- PETICIONARIO, PROMOTOR Y TITULAR DE LA INSTALACIÓN</b>                            | <b>8</b>  |
| <b>4.- TÉCNICO QUE SUSCRIBE EL PROYECTO</b>                                              | <b>8</b>  |
| <b>5.- SITUACIÓN, EMPLAZAMIENTO</b>                                                      | <b>8</b>  |
| <b>6.- CARACTERÍSTICAS Y USOS DEL GAS</b>                                                | <b>9</b>  |
| 6.1.- COMPOSICIÓN GAS NATURAL                                                            | 9         |
| 6.2.- CARACTERÍSTICAS DEL GAS NATURAL                                                    | 10        |
| 6.3.- USOS DEL GAS                                                                       | 10        |
| <b>7.- COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA</b>                                      | <b>10</b> |
| 7.1.- INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO                                                      | 11        |
| 7.2.- VAPORIZADOR AMBIENTAL PPR                                                          | 11        |
| 7.3.- INSTALACIÓN DE REGASIFICACIÓN                                                      | 11        |
| 7.4.- INSTALACIÓN DE SUMINISTRO                                                          | 12        |
| 7.5.- RECALENTADOR ELÉCTRICO                                                             | 12        |
| 7.6.- INSTALACIÓN DE ODORIZACIÓN                                                         | 13        |
| 7.7.- INSTALACIÓN DE CONTROL                                                             | 13        |
| 7.8.- TUBERÍAS DE INTERCONEXIÓN                                                          | 14        |
| <b>8.- JUSTIFICACIÓN DEL REGLAMENTO TÉCNICO DE APLICACIÓN</b>                            | <b>15</b> |
| 8.1.- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN                                            | 15        |
| 8.1.1.- Instalación de descarga                                                          | 15        |
| 8.1.2.- Instalación de almacenaje                                                        | 15        |
| 8.1.3.- Instalación de regasificación                                                    | 16        |
| 8.1.4.- Válvula automática de interrupción por mínima temperatura o corte por frío (VCF) | 16        |
| 8.1.5.- Tuberías, válvulas y uniones                                                     | 16        |
| 8.1.5.1 Montaje y construcción                                                           | 16        |
| 8.1.6.- Instalación de control                                                           | 17        |
| 8.1.7.- Instalación eléctrica                                                            | 17        |
| 8.1.7.1 Estimación de zonas peligrosas según UNE-EN 60079-10-1:2016 (Anexo D)            | 17        |

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 8.1.8.- Instalación contra incendios                               | 22        |
| 8.1.9.- Grupo de regulación                                        | 23        |
| 8.1.10.- Instalación de odorización                                | 23        |
| 8.2.- EMPLAZAMIENTO                                                | 24        |
| 8.2.1.- Condiciones generales                                      | 24        |
| 8.2.2.- Cubetos de protección contra derrames                      | 24        |
| 8.2.3.- Distancias de seguridad                                    | 25        |
| <b>9.- DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO</b>                      | <b>25</b> |
| 9.1.- AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA                                  | 26        |
| 9.2.- PRUEBAS PREVIAS                                              | 26        |
| 9.3.- CERTIFICADOS                                                 | 26        |
| 9.4.- PUESTA EN SERVICIO                                           | 26        |
| <b>10.- MANTENIMIENTO Y REVISIONES PERIÓDICAS</b>                  | <b>27</b> |
| <b>11.- IMPACTO MEDIOAMBIENTAL</b>                                 | <b>29</b> |
| 11.1.- DESCARGA DE CAMIÓN CISTERNA                                 | 29        |
| 11.2.- DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO                                  | 29        |
| 11.3.- REGASIFICACIÓN                                              | 29        |
| 11.4.- ODORIZACIÓN                                                 | 29        |
| 11.5.- FUNCIONES DEL PERSONAL                                      | 29        |
| 11.6.- MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS INTERMEDIOS Y PRODUCTOS ACABADOS | 30        |
| 11.7.- REPERCUSSION SOBRE EL ENTORNO                               | 30        |
| 11.7.1.- Impacto visual                                            | 30        |
| 11.7.2.- Impacto acústico                                          | 30        |
| 11.7.3.- Aguas residuales                                          | 30        |
| 11.7.4.- Residuos sólidos                                          | 30        |
| 11.7.5.- Emisiones atmosféricas                                    | 30        |
| <b>12.- DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO</b>                             | <b>31</b> |
| <b>13.- PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN</b>                       | <b>31</b> |



A large, light gray, stylized letter 'E' is centered on the page, serving as a background watermark. The 'E' is composed of thick, rounded strokes. In the center of the 'E' is a solid gray circle.

# MEMORIA



## 1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

Actualmente en las islas, no existe infraestructura para el uso del gas natural. Es por ello que se redacta el presente **PROYECTO PLANTA SATÉLITE DE GNL EN CONTENEDOR MARÍTIMO** para la realización de una prueba piloto de la instalación de una unidad móvil que permita el almacenamiento y regasificación de GNL para su suministro. Esto permitirá abastecer un sistema motor-alternador a Gas Natural para suministrar la energía eléctrica necesaria para mantener funcionando el HVAC, la iluminación y cualquier otro equipo a bordo de los buques de diferentes tipos, dando gran flexibilidad, permitiendo la parada total o parcial de los generadores diésel auxiliares

### 1.1.-Iniciativa “Core LNGas Hive”

La participación en la iniciativa financiada al cincuenta por ciento con fondos europeos, con la denominación concreta de “Embarcación ro-ro con unidad móvil generadora a gas durante hoteling”, permitirá disponer de una infraestructura móvil capaz de generar electricidad a partir de gas natural para suministro a barcos en El Puerto de Santa Cruz de Tenerife.

Junto a otro proyecto denominado “Pelican Gas” para suministro de gas natural licuado como combustible a buques, permiten hacer cumplir la *Directiva 2014/94 UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de octubre relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos*, que establece la obligación de disponer de suministro de GNL en todos los puertos de la Red Transeuropea de Transportes en el año 2020.

Su utilización permitirá disminuir las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera respecto a otros combustibles más contaminantes, consiguiendo mejorar la calidad del aire y a su vez reducir el nivel acústico causado por los sistemas de generación de electricidad de los buques.

## 2.- LEGISLACIÓN APLICABLE

Las principales normativas y códigos que se requieren de su cumplimiento para la presente instalación son:

- R.D. 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.
  - ITC-ICG-04. Planta satélite de GNL.
- R.D. 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- R.D. 842/2002, 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
  - ITC-BT-29. Instalaciones eléctricas en locales con riesgo de incendio o explosión.
- UNE 60210:2018 Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)

- UNE 60670 Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar
  - o Parte 3: Tuberías. Elementos, accesorios y sus uniones.
- UNE-EN 60079-10-1. Atmósferas explosivas. Parte 10-1: Clasificación de emplazamientos, atmósferas explosivas gaseosas.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental

### 3.- PETICIONARIO, PROMOTOR Y TITULAR DE LA INSTALACIÓN

|                      |                                                           |
|----------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Razón Social:</b> | Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife             |
| <b>CIF:</b>          | Q3867002B                                                 |
| <b>Dirección:</b>    | Av. Francisco La Roche, 49, 38801, Santa Cruz de Tenerife |
| <b>TLF:</b>          | 922 60 54 87                                              |

### 4.- TÉCNICO QUE SUSCRIBE EL PROYECTO

|                   |                                                                                   |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre:</b>    | <b>José Julio Brossa Gutiérrez</b>                                                |
| <b>DNI:</b>       | <b>43766151-A</b>                                                                 |
| <b>Dirección:</b> | <b>C/ Emilio Calzadilla, 10, 1ºF</b><br><b>CP: 38002. Santa Cruz de Tenerife.</b> |
| <b>TLF:</b>       | <b>922 28 96 27</b>                                                               |

### 5.- SITUACIÓN, EMPLAZAMIENTO

La instalación estará situada en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife junto a la Terminal de Carga Rodada (TCR) en el Muelle de la Ribera.

VISADO TF29299/00  
FECHA 05-04-2019  
Pag. 8 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.





## 6.- CARACTERÍSTICAS Y USOS DEL GAS

El gas natural es un combustible fósil formado por un conjunto de hidrocarburos en estado gaseoso. Se encuentra en la naturaleza como gas natural asociado cuando se extrae de yacimientos petrolíferos o de carbón, y como gas natural no asociado cuando se extrae de yacimientos independientes.

El gas natural no requiere de plantas de refinado para procesarlo y obtener productos comerciales. Las impurezas que pueda contener el gas natural son fácilmente separadas por procesos físicos relativamente sencillos.

El gas natural licuado (GNL) es gas natural que ha sido procesado para ser transportado en estado líquido, lo cual ocurre a una temperatura aproximada de  $-161^{\circ}\text{C}$  a presión atmosférica. La licuefacción reduce el volumen del gas aproximadamente 600 veces, haciendo así más económico su transporte.

### 6.1.-COMPOSICIÓN GAS NATURAL

| Componente      | Volumen % |
|-----------------|-----------|
| C <sub>1</sub>  | 91,15     |
| C <sub>2</sub>  | 7,33      |
| C <sub>3</sub>  | 0,67      |
| C <sub>4</sub>  | 0,03      |
| NC <sub>4</sub> | 0,03      |
| N <sub>2</sub>  | 0,79      |

## 6.2.-CARACTERÍSTICAS DEL GAS NATURAL

|                                                                       |                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Poder Calorífico Superior (P.C.S.)                                    | 10,099 Te/Nm <sup>3</sup>                                     |
| Poder Calorífico Inferior (P.C.I.)                                    | 9,101 Te/Nm <sup>3</sup>                                      |
| Densidad del Gas                                                      | 0,77 kg/Nm <sup>3</sup>                                       |
| Densidad del líquido (GNL) a -160°C                                   | 460 kg/Nm <sup>3</sup>                                        |
| Capacidad de Regasificación                                           | 1 m <sup>3</sup> de GNL proporciona 570 Nm <sup>3</sup> de GN |
| Entalpía de cambio de fase entre líquido a -160°C y gas a 0°C (5 bar) | 200 kCal/kg                                                   |
| Calor específico medio del gas entre -160°C y 0°C                     | 0,48 kCal/kg·°C                                               |
| Viscosidad del líquido a -160°C                                       | 0,1412 C.P.                                                   |
| Viscosidad del boil-off a -157°C                                      | 0,0048 C.P.                                                   |
| Viscosidad del gas a 0°C                                              | 0,0103 C.P.                                                   |

## 6.3.- USOS DEL GAS

La planta de almacenamiento y regasificación compacta, proporcionará el combustible gas natural, ya en fase gaseosa, y en las siguientes condiciones:

|             |               |
|-------------|---------------|
| Temperatura | 10 a 20 °C    |
| Presión     | 2,5 a 3,5 bar |

Este combustible será utilizado para suministrar a la unidad motor-alternador a Gas Natural y generar la energía eléctrica necesaria para abastecer al buque.

## 7.- COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA

La planta satélite compacta relleada en el presente proyecto, se encuentra en el interior de un contenedor marítimo ISO 40 pies fabricada y certificada por la empresa **HAM CRIOGENCIA S.L.**. Esta está constituida por dos depósitos de almacenamiento de 5 m<sup>3</sup> a ambos extremos del contenedor y una instalación de regasificación en la parte central.

A continuación se describe cada uno de los elementos que la componen:

### 7.1.-Instalación de almacenamiento

Compuesto por dos depósitos criogénicos de almacenamiento de GNL con una capacidad unitaria de 5 m<sup>3</sup> fabricado por FURUISE EUROPE COMPANY. En la instalación presente únicamente se empleara uno de los dos depósitos disponibles en la planta.

Las características que presenta el depósito en cuestión son las siguientes:

|                                            |                        |
|--------------------------------------------|------------------------|
| <b>Fabricante</b>                          | FURUISE EUROPE COMPANY |
| <b>Grado de llenado</b>                    | 95 %                   |
| <b>Capacidad geométrica</b>                | 5.000 litros           |
| <b>Capacidad GNL</b>                       | 1.815 kilogramos       |
| <b>Capacidad útil</b>                      | 4.750 litros           |
| <b>Presión de diseño y máximo servicio</b> | 8 bar                  |
| <b>Temperatura de diseño</b>               | 20 °C / -196 °C        |
| <b>Aislamiento</b>                         | Vacío + Perlita        |
| <b>Gradiente</b>                           | 200 °C                 |

### 7.2.-Vaporizador ambiental PPR

Esta constituido por una parrilla de tubos aleados, encargados de garantizar la presión requerida por el cliente. Cuando la presión del depósito disminuye, el vaporizador aumentará la presión del depósito del mismo hasta el valor deseado.

|                                            |                        |
|--------------------------------------------|------------------------|
| <b>Fabricante</b>                          | LOAR GASIFICACIÓN S.L. |
| <b>Modelo</b>                              | LOAR D411              |
| <b>Descripción equipo</b>                  | Evaporador ambiental   |
| <b>Presión máxima admisible</b>            | 15 bar                 |
| <b>Temperatura mínima/máxima admisible</b> | -196 °C / 50 °C        |
| <b>Volumen</b>                             | 7,67 litros            |
| <b>Presión de prueba</b>                   | 16,5 bar               |

### 7.3.-Instalación de regasificación

Mediante un evaporador ambiental formado por tubo lineal aleado, se consigue la gasificación del GNL. Las principales características de este son las siguientes:

|                                            |                        |
|--------------------------------------------|------------------------|
| <b>Fabricante</b>                          | LOAR GASIFICACIÓN S.L. |
| <b>Modelo</b>                              | LOAR B1462             |
| <b>Descripción equipo</b>                  | Evaporador ambiental   |
| <b>Presión máxima admisible</b>            | 15 bar                 |
| <b>Temperatura mínima/máxima admisible</b> | -196 °C / 50 °C        |
| <b>Volumen</b>                             | 168,78 litros          |
| <b>Presión de prueba</b>                   | 16,5 bar               |

#### 7.4.-Instalación de suministro

La instalación de suministro esta formada por un Skid de regulación. Este equipo se encarga de reducir la presión del gas de suministro hasta 2 ó 2,5 bar aproximadamente, en función de las necesidades existentes.

Consta de una válvula automática de interrupción por mínima temperatura de gas a la entrada y dos líneas de regulación. Cada una de estas cuenta con un manómetro tanto a la entrada como a la salida y se complementa el Skid con una válvula de seguridad por máxima presión que actuará en caso de fallo de las seguridades de los reguladores.

Los caudales del equipo de regulación son:

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| <b>Caudal medio</b> | 80 Nm <sup>3</sup> /h  |
| <b>Caudal punta</b> | 120 Nm <sup>3</sup> /h |

#### 7.5.-Recalentador eléctrico

Se instalará a continuación del evaporador ambiental para acondicionar el gas una vez regasificado y permitir que el gas logre unas condiciones de temperaturas óptimas para su consumo.

|                                      |                        |
|--------------------------------------|------------------------|
| <b>Denominación</b>                  | CALENTADOR DE PASO RXP |
| <b>Potencia eléctrica</b>            | 4 kW                   |
| <b>Tensión de suministro</b>         | 230 V                  |
| <b>Temperatura</b>                   | -190 °C / 179 °C       |
| <b>Presión de trabajo</b>            | 3,5 bar                |
| <b>Presión de diseño</b>             | 13 bar                 |
| <b>Temperatura de entrada/salida</b> | -20 °C / 15 °C         |
| <b>Presión de prueba</b>             | 15 bar                 |



## 7.6.-Instalación de odorización

Por normativa de planta satélite de gas natural, en la instalación de regasificación, antes de su salida de planta el gas debe ser odorizado para que cualquier fuga pueda ser detectada con facilidad. Para ello se utiliza un bidón de hidrocarburo odorizante THT, es un bidón de transporte y almacenamiento de productos odorizantes de la marca AMTROL-ALFA y presenta las siguientes características:

|                                 |                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Fabricante</b>               | AMTROL - ALFA METALOMECANICA S.A. |
| <b>Modelo</b>                   | 011G061                           |
| <b>Presión máxima admisible</b> | 42 bar                            |
| <b>Volumen</b>                  | 61 litros                         |
| <b>Fluido contenido</b>         | THT                               |
| <b>P x V</b>                    | 2,56 bar x m <sup>3</sup>         |

## 7.7.-Instalación de control

Esta constituida por un cuadro de control formado por un PLC que se encargará de realizar las siguientes operaciones:

- Actuación del sistema de cierre de la salida de Gas Natural (GN)
- Parada de emergencia
- Lectura de los siguientes parámetros:
  - o Nivel de Gas Natural Licuado del depósito (GNL)
  - o Presión del depósito criogénico
  - o Temperatura de GN a la salida del evaporador
  - o Temperatura de GN a la entrada del skid de regulación
- Aviso mediante alarma en caso de:
  - o Bajo nivel de GNL en el depósito
  - o Alta presión del depósito de GNL
  - o Baja temperatura del GN a la salida del evaporador
  - o Baja temperatura del GN a la entrada del Skid de Regulación

## 7.8.-Tuberías de interconexión

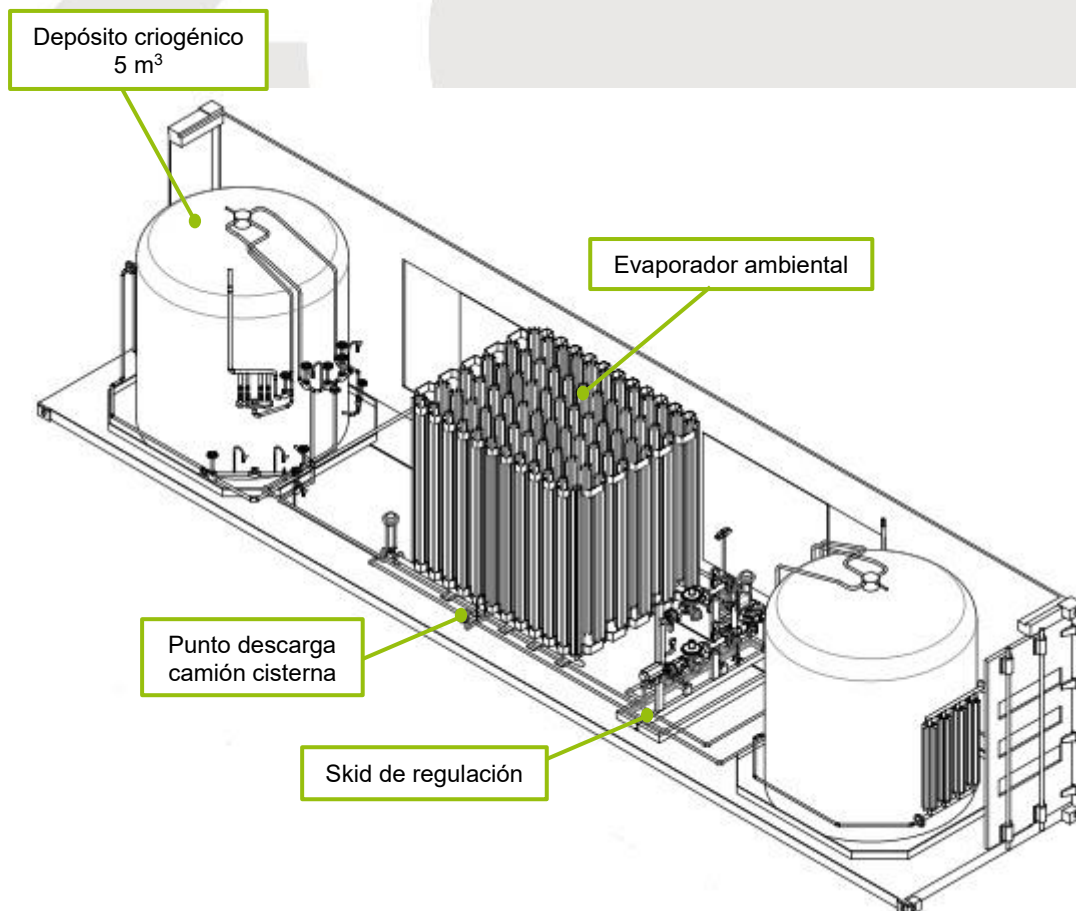
La valvulería, accesorios de unión como las bridas, tuberías y todos los elementos que forman la instalación, deberán ser como mínimo de tipo PN16 (16 bar). Las características que presentan son las siguientes:

### Tuberías de Gas Natural Licuado (GNL):

|                        |            |
|------------------------|------------|
| <b>Material</b>        | AISI 304 L |
| <b>Espesor</b>         | SCH 10S    |
| <b>Diámetro máximo</b> | DN 40      |

### Tuberías de Gas Natural (GN):

|                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
| <b>Material</b>        | Acero al carbono<br>DIN 2440 |
| <b>Diámetro máximo</b> | DN 150                       |



## 8.- JUSTIFICACIÓN DEL REGLAMENTO TÉCNICO DE APLICACIÓN

En el presente apartado se justifica el cumplimiento de las Normativas Técnicas del Estado Español referente a la instalaciones de plantas satélites de GNL. Según la Instrucción Técnica específica ITC-ICG 04 sobre las plantas satélites de Gas Natural Licuado, publicada por el Real Decreto 919/2006 de 28 de Julio. El diseño, construcción y montaje de plantas satélites se realizará siempre de acuerdo a lo establecido por la norma UNE 60210.

Asimismo, el diseño, fabricación y evaluación de conformidad de los equipos a presión que formen parte de las plantas satélites deberá cumplir lo dispuesto en el Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos a presión, aplicándose el Reglamento de aparatos a presión para todo lo no contemplado en dicho Decreto.

### 8.1.-Diseño y construcción de la instalación

En el apartado 4 de la norma UNE 62010:2018 “Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)”, se describe cada una de las instalaciones que completan la planta satélite. Donde se reflejan la necesidad de cumplimiento de las siguientes características.

#### 8.1.1.- Instalación de descarga

El trasvase y circulación de GNL desde la cisterna al depósito de almacenamiento de la planta se debe realizar mediante bombas criogénicas o por diferencia de presiones.

La conexión entre la instalación de descarga y la cisterna se debe llevar a cabo con mangueras flexibles criogénicas. Los enlaces de las bocas de interconexión con las cisternas deben estar específicamente diseñadas para GNL.

Las líneas de conexión con los equipos de regasificación y depósitos de almacenamiento deben disponer de las válvulas criogénicas necesarias para las maniobras de presurización y descarga. También deben disponer de válvulas criogénicas de purga para la despresurización de las mangueras previa a su desconexión.

En la planta a instalar, se realizará la descarga de GNL mediante una bomba criogénica incorporada en el propio camión cisterna. La capacidad de descarga aproximada será de 90 minutos.

#### 8.1.2.- Instalación de almacenaje

Los depósitos empleados para el servicio en plantas satélite de GNL deben cumplir los requisitos de la legislación vigente (Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión).

Cada depósito de almacenamiento debe ir equipado con una válvula antirretorno o de retención y cierre en la línea inferior de llenado del mismo.

### 8.1.3.- Instalación de regasificación

El evaporador ambiental realizará el cambio de fase de GNL a GN a través de tubos aleados que lo forman. En apartados anteriores se reflejan las características técnicas correspondientes.

Según el apartado 4.3.3 de la UNE 60210:2018, cada equipo de regasificación debe estar protegido por una válvula de seguridad criogénica, capaz de aliviar el gas suficiente para evitar que la presión pueda exceder del 110% de la presión máxima de operación. La presión de tarado debe ser como máximo la de diseño del regasificador. Los alivios a la atmósfera deben estar protegidos por los correspondientes apagallamas, y deben efectuar la descarga en puntos donde no se puedan crear condiciones ambientales peligrosas.

### 8.1.4.- Válvula automática de interrupción por mínima temperatura o corte por frío (VCF)

Se debe intercalar una válvula entre la salida de la instalación de regasificación y el grupo de regulación de salida con un sistema de cierre automático en el caso de que detecte una temperatura a la entrada de la misma inferior a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o inferior a la recomendada por el fabricante para asegurar la integridad de los materiales situados aguas abajo, si ésta fuera inferior a los  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Esta válvula de interrupción debe poder soportar temperaturas de hasta  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Asimismo, debe ser de rearme manual y presencial para garantizar la seguridad de la reanudación del servicio.

### 8.1.5.- Tuberías, válvulas y uniones

Todos los componentes situados aguas arriba de la ubicación de la válvula automática de interrupción por mínima temperatura o de corte por frío (VCF) deben ser adecuados para operar a  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Los materiales de los elementos situados aguas abajo de la válvula de seguridad por mínima temperatura deben ser adecuados para la temperatura más baja que se pueda producir, antes de que la válvula de seguridad por mínima temperatura se pueda cerrar.

Los tramos de tubería comprendidos entre dos válvulas de cierre deben estar protegidos por un sistema de alivio de presión que evite daños a la misma en caso de que quede líquido criogénico o gas frío atrapado entre ambas válvulas.

Estos dispositivos de alivio deben tener un tramo de tubería de longitud mínima de 10 cm (25 cm en los casos de presencia permanente de fase líquida) que los separe de la zona fría, para evitar que queden bloqueados por el hielo. La presión de tarado de estos dispositivos debe ser inferior a la presión máxima de operación establecida para los elementos, equipos y tubería de la zona protegida. En la instalación presente de 16 bar.

Los alivios a la atmósfera de las válvulas de seguridad estarán protegidos por los correspondientes apagallamas. Estos estarán orientados al suelo en el interior del cubeto.

#### 8.1.5.1 Montaje y construcción

Las uniones desmontables entre tuberías en fase líquida se deben realizar con bridas. Se deben prever las conexiones de venteo y purga necesarias para las pruebas, puesta en gas, puesta fuera de servicio, explotación y mantenimiento.



#### 8.1.6.- Instalación de control

Teniendo en cuenta que se trata de una planta de operación presencial y funcionamiento manual, debe estar dotada de los siguientes elementos:

- Manómetro de presión de operación.
- Nivel de indicación continua de llenado.
- Nivel de punto alto o máximo nivel admitido.
- Válvulas de servicio.

Además de registrar en un cuadro de control general, la presión y temperaturas de gas antes de su salida de planta.

#### 8.1.7.- Instalación eléctrica

La instalación eléctrica, de iluminación y la instalación de eventuales cuadros eléctricos o de control que se instalen, se debe efectuar de acuerdo con lo indicado en la reglamentación vigente.

Todas las estructuras y partes metálicas de la planta, así como la cisterna durante la operación de descarga, se deben hallar conectadas a tierra, de modo que la resistencia de puesta a tierra sea inferior a 20  $\Omega$

La planta satélite en cuestión contará con una alimentación eléctrica para los consumos previstos de iluminación, recalentador eléctrico y los sistemas de control, con una potencia total estimada de 5 kW a 230 V. Para ello se situará en el interior del contenedor un armario de control con un cuadro eléctrico de protección y distribución.

Tal y como indica la norma UNE 60210:2018, la clasificación de zonas de la planta se debe efectuar según la Norma UNE-EN 60079-10-1 "Atmósferas explosivas. Parte 10-1: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas gaseosas".

Esta parte de la serie de Normas IEC 60079 es relativa a la clasificación de los emplazamientos donde pueden producirse riesgos debidos a gas o vapor inflamables y pueden entonces utilizarse como base para apoyar la adecuada selección e instalación de material para emplearlo en emplazamientos peligrosos.

Está destinada para aplicarse donde pueda existir un riesgo de inflamación debido a la presencia de gas o vapor inflamables mezclados con aire.

##### 8.1.7.1 Estimación de zonas peligrosas según UNE-EN 60079-10-1:2016 (Anexo D)

Se proporciona orientación para estimar el tipo de zona y la extensión de la zona para relacionar los correspondientes factores, incluyendo:

- El grado de escape
- La efectividad de la ventilación y el grado de dilución
- La disponibilidad de ventilación

La extensión de la zona o región peligrosa en la que puede producirse gas inflamable depende de la tasa de escape y de varios factores tales como las propiedades del gas, la geometría del escape y la geometría circundante.

En el presente caso se trabaja con GNL, un gas criogénico con el que es necesario tener cuidado con la clasificación de los emplazamientos que lo contengan. Pues los vapores emitidos pueden ser más pesados que el aire a bajas temperaturas y convertirse en más ligeros que el aire cuando se aproxima a la temperatura ambiente.

Los pequeños escapes de gas refrigerado se evaporarán rápidamente sin formar un charco líquido a partir del calor ambiente. Si el escape es grande puede formarse un charco de líquido frío.

Para llevar a cabo la estimación de las distancias de seguridad requeridas en atmósferas explosivas gaseosas, teniendo en cuenta que el depósito de GNL se trata de una unidad móvil que acudirá a la zona en los momentos necesario, se ha considerado los siguientes fallos para su estudio:

- Fallo en la conexión de mangueras
- Depósito de GNL 5m3.
- Depósito camión cisterna para descarga.

Según la norma UNE EN 60079-10-1:2016.

| FUGA EN CONEXIÓN DE MANGUERAS                            |                                       |            |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------|
| Grado de escape                                          |                                       | SECUNDARIO |
| Tamaño del orificio                                      | S [m2]                                | 1x10-6     |
| Coefficiente de descarga                                 | Cd                                    | 0,75       |
| Densidad del líquido                                     | $\rho$ [kg/m3]                        | 455        |
| Diferencia de presión a través de la abertura de la fuga | $\Delta p$ [Pa]                       | 198.675    |
| Tasa de escape líquido                                   | W [kg/s]                              | 0,010      |
| Densidad del gas/vapor                                   | $\rho_g$ [kg/m3]                      | 0,775      |
| Factor de seguridad                                      | k                                     | 0,75       |
| Límite inferior de inflamabilidad                        | LII [vol/vol]                         | 0,0414     |
| Característica del escape                                | $W_g/\rho_g \cdot k \cdot LII$ [m3/s] | 0,42       |
| Velocidad del viento                                     | Uw [m/s]                              | 0,5        |

VISADO TF29299/00  
FECHA 05-04-2019  
Pag. 19 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

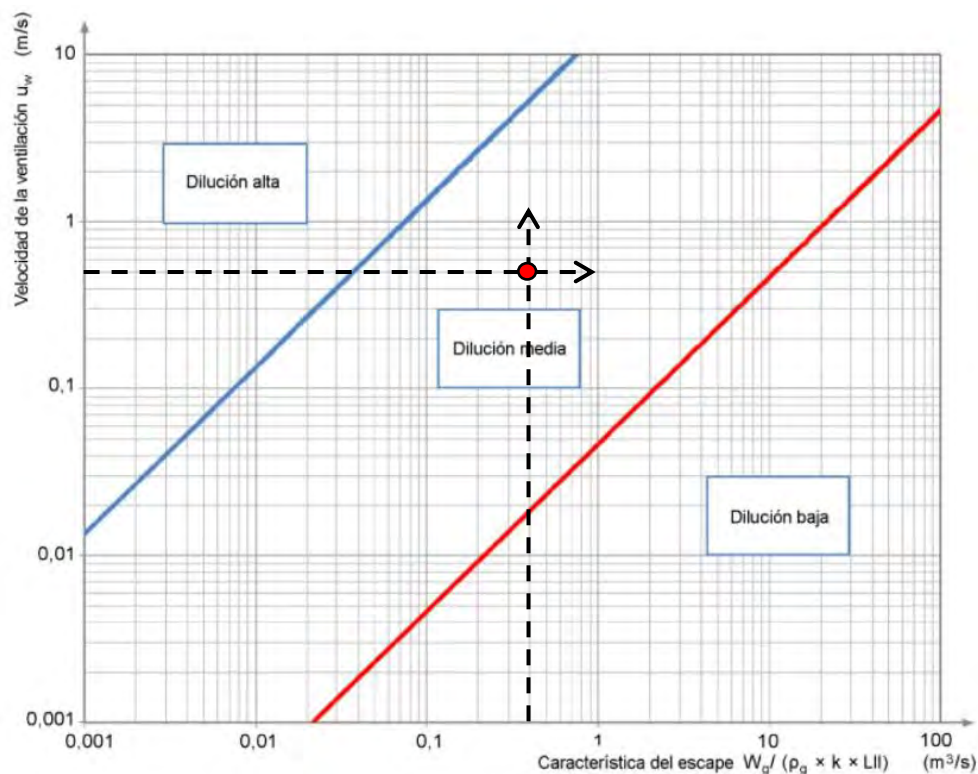


Figura C.1 – Gráfico para evaluar el grado de dilución

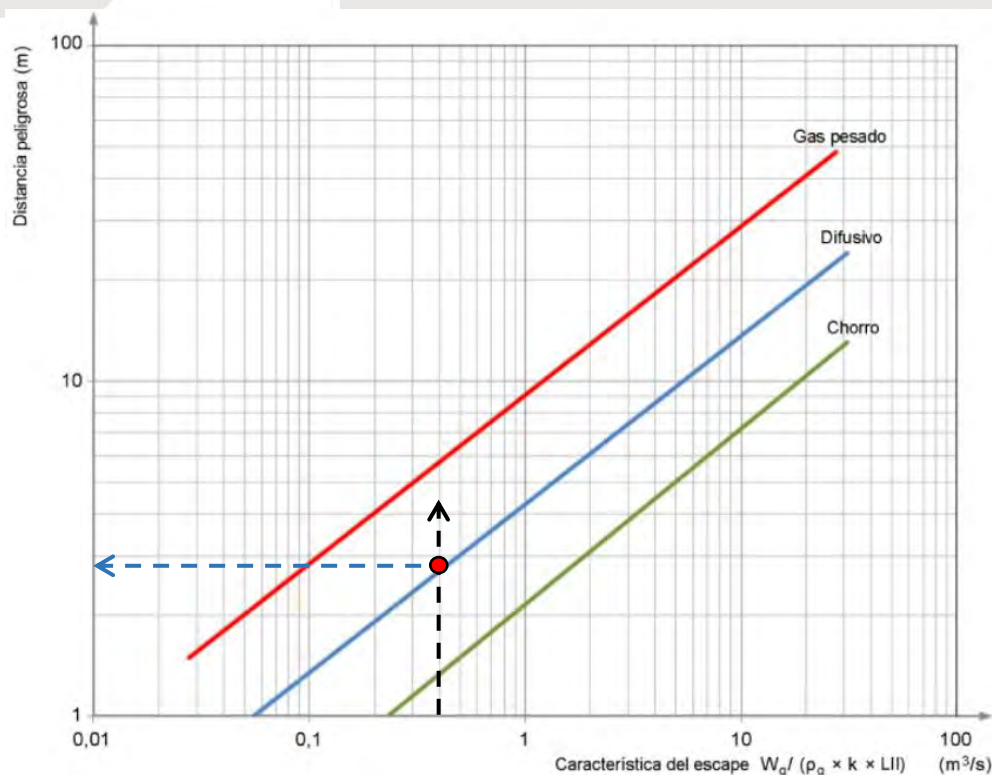


Figura D.1 – Gráfica para estimar distancias de emplazamientos peligrosos

| FUGA EN VÁLVULAS DE SEGURIDAD (PSV)                      |                                              |                      |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|
| Grado de escape                                          |                                              | SECUNDARIO           |
| Tamaño del orificio                                      | S [m <sup>2</sup> ]                          | 2,5x10 <sup>-6</sup> |
| Coefficiente de descarga                                 | C <sub>d</sub>                               | 0,75                 |
| Densidad del líquido                                     | ρ [kg/m <sup>3</sup> ]                       | 455                  |
| Diferencia de presión a través de la abertura de la fuga | Δp [Pa]                                      | 198.675              |
| Tasa de escape líquido                                   | W [kg/s]                                     | 0,025                |
| Densidad del gas/vapor                                   | ρ <sub>g</sub> [kg/m <sup>3</sup> ]          | 0,775                |
| Factor de seguridad                                      | k                                            | 0,75                 |
| Límite inferior de inflamabilidad                        | LII [vol/vol]                                | 0,0414               |
| Característica del escape                                | Wg/ρ <sub>g</sub> ·k·LII [m <sup>3</sup> /s] | 1,05                 |
| Velocidad del viento                                     | U <sub>w</sub> [m/s]                         | 0,5                  |

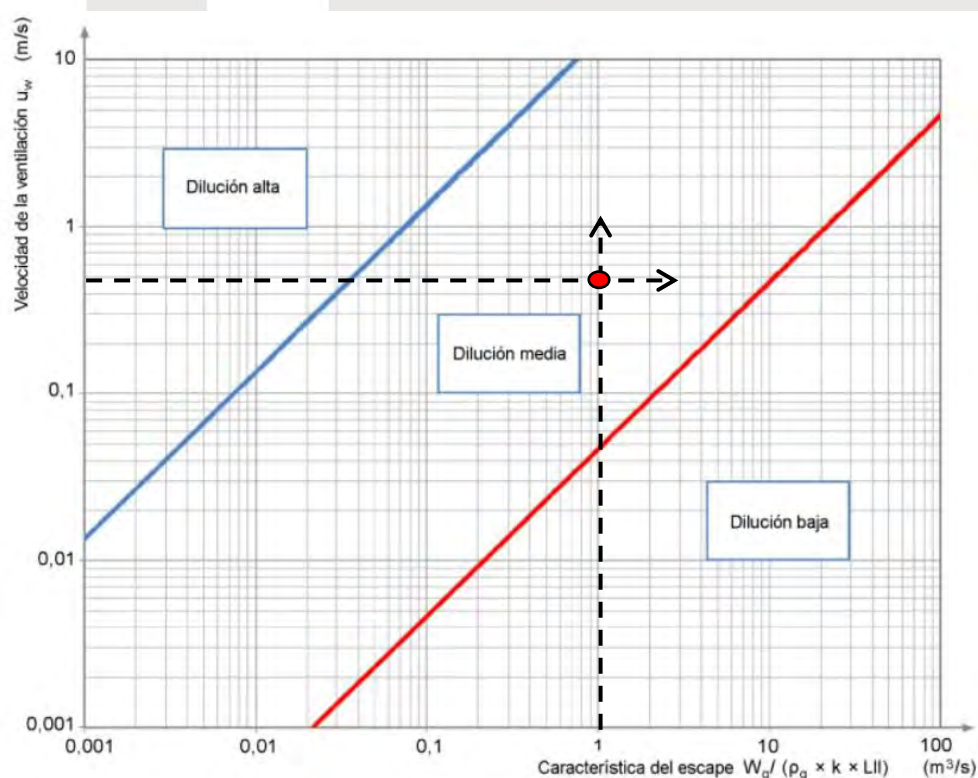


Figura C.1 – Gráfico para evaluar el grado de dilución



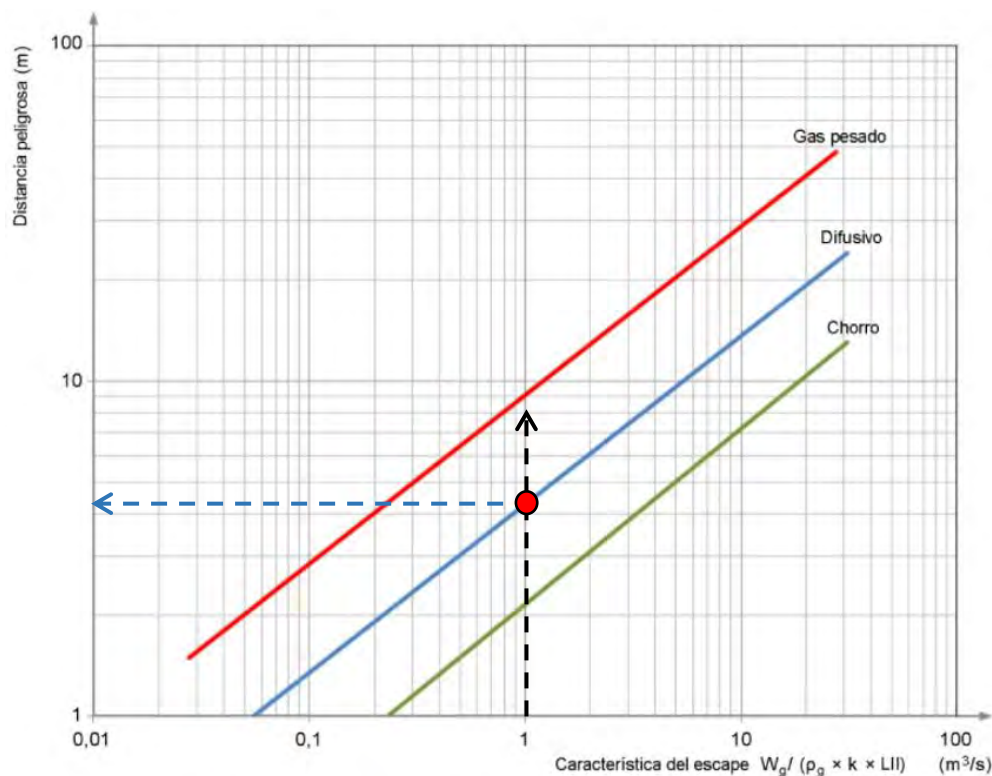


Figura D.1 – Gráfica para estimar distancias de emplazamientos peligrosos

Realizado el análisis cualitativo por la norma UNE y apoyándonos en el artículo 4 de la ITC-BT 29, la clase de emplazamiento dónde se ubican las instalaciones es de **Clase I**. Comprende emplazamientos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables.

En los emplazamientos de **Clase I** se distinguen:

**Zona 0:** Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla, está presente de modo permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.

**Zona 1:** Emplazamiento en el que cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento con la formación ocasional de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.

**Zona 2:** 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.

Por parte de la norma UNE 60079-10-1:2016, en el anexo D tabla D.1 conociendo que la dilución de nuestras fugas será de **dilución media** y que los grados de escape son **secundarios**.

**Tabla D.1 – Zonas según el grado de escape y la efectividad de la ventilación**

| Grado de escape         | Efectividad de la ventilación         |                                       |                                 |                |                 |                 |                                      |
|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|
|                         | Dilución alta                         |                                       |                                 | Dilución media |                 |                 | Dilución baja                        |
|                         | Disponibilidad de ventilación         |                                       |                                 |                |                 |                 |                                      |
|                         | Buena                                 | Justa                                 | Pobre                           | Buena          | Justa           | Pobre           | Buena, justa o pobre                 |
| Continuo                | No peligrosa (Zona 0 ED) <sup>a</sup> | Zona 2 (Zona 0 ED) <sup>a</sup>       | Zona 1 (Zona 0 ED) <sup>a</sup> | Zona 0         | Zona 0 + Zona 2 | Zona 0 + Zona 1 | Zona 0                               |
| Primario                | No peligrosa (Zona 1 ED) <sup>a</sup> | Zona 2 (Zona 1 ED) <sup>a</sup>       | Zona 2 (Zona 1 ED) <sup>a</sup> | Zona 1         | Zona 1 + Zona 2 | Zona 1 + Zona 2 | Zona 1 o Zona 0 <sup>c</sup>         |
| Secundario <sup>b</sup> | No peligrosa (Zona 2 ED) <sup>a</sup> | No peligrosa (Zona 2 ED) <sup>a</sup> | Zona 2                          | Zona 2         | Zona 2          | Zona 2          | Zona 1 e incluso Zona 0 <sup>c</sup> |

<sup>a</sup> Zona 0 ED, 1 ED o 2 ED indica una zona teórica que en condiciones normales sería de extensión despreciable.

<sup>b</sup> La zona 2 creada por un escape de grado secundario puede superar la atribuida a escapes de grado continuo o primario; en este caso debería tomarse la distancia mayor.

<sup>c</sup> Será zona 0 si la ventilación es tan débil y el escape es tal que prácticamente la atmósfera explosiva gaseosa esté presente de manera permanente (es decir, es una situación próxima a la de "ausencia de ventilación").

"+" significa "rodeada por".  
La disponibilidad de ventilación en espacios encerrados ventilados naturalmente nunca debe considerarse como buena.

Finalmente, para la Planta compacta de GNL se establecen las siguientes áreas de riesgo según la tipología de escape, características de la sustancia y la ventilación disponible en la zona:

| FUENTES DE ESCAPE            | ZONA 0            |           | ZONA 2     |           |
|------------------------------|-------------------|-----------|------------|-----------|
|                              | HORIZ. (m)        | VERT. (m) | HORIZ. (m) | VERT. (m) |
| Conexión manguera            | -                 | -         | 2,8        | 2,8       |
| Válvula de seguridad (PSV)   | -                 | -         | 4,3        | 4,3       |
| Depósito cisterna            | Interior depósito |           | -          | -         |
| Depósito planta compacta GNL | Interior depósito |           | -          | -         |

Para mayor precaución se considera un radio esférico de **4,5 metros** de **Zona 2** (ATEX) tanto para las conexiones de manguera como para las válvulas de seguridad.

### 8.1.8.- Instalación contra incendios

En la zona de depósitos y regasificación de GNL, la instalación debe estar equipada con extintores de polvo seco en proporción de 10 kg de polvo por cada 1 000 kg de producto, con un mínimo de 2 kg en dos extintores, pudiéndose limitar a un máximo de 300 kg por depósito. Los extintores deben colocarse y distribuirse en lugares fácilmente accesibles.

Teniendo en cuenta que la capacidad de la planta es de 5 m<sup>3</sup>, lo que equivale a 2.300 kg de producto. Por tanto se dotará la instalación con 2 extintores de polvo seco de 25 kg y se

ubicarán 1 cerca de la estación de carga del contenedor y 1 cerca de la salida de gas del contenedor.



#### 8.1.9.- Grupo de regulación

Si la planta satélite suministra gas a un único usuario, la medición de su consumo no es exigible, debiendo instalarse un conjunto de regulación que cumpla con los requisitos establecidos en la Norma UNE 60670-3 o la Norma UNE 60620-5, según proceda, de acuerdo con la presión de suministro a la correspondiente instalación receptora.

#### 8.1.10.- Instalación de odorización

Antes de su salida de planta, el gas debe ser odorizado de forma que cualquier fuga pueda ser detectada con facilidad cuando exista una mezcla cuya concentración volumétrica sea 1/5 de la correspondiente al límite inferior de inflamabilidad.

Tal y como se ha especificado en apartados anteriores, se realizará una odorización del gas natural mediante una adición de T.H.T. sobre la línea que conduce el gas. Esta odorización se realizará a razón de 15 a 20 partes por millón (ppm) del volumen de gas que se dirija hacia consumo.

El sistema que se empleará será el de odorización de caudal parcial. Dicho sistema está formado por una placa orificio (diafragma), un depósito de almacenamiento de THT y las válvulas y elementos de conexión necesarios para el correcto funcionamiento.

El funcionamiento se basa en que la presión diferencial provocada por el diafragma impulsa un cierto caudal de gas que fluye por la conducción haciéndolo borbotean en la fase líquida del depósito de THT. Este caudal se incorpora de nuevo al conducto principal de gas.

Al tratarse de una placa orificio calibrada, el caudal impulsado hacia el bidón de THT es

proporcional al caudal del conducto principal de gas (línea de consumo), por lo que se asegura una odorización correcta.

## 8.2.-Emplazamiento

### 8.2.1.- Condiciones generales

La instalación debe estar protegida, como mínimo, por una cerca metálica que impida que personas ajenas al servicio puedan manipular las instalaciones o acercarse a las mismas. La cerca debe disponer como mínimo de dos salidas suficientemente separadas, de manera que asegure la posibilidad de evacuación en caso necesario, y dotadas con puertas correderas o de apertura hacia el exterior.

El emplazamiento de la instalación debe permitir el fácil acceso de los vehículos de abastecimiento, mantenimiento y extinción de incendios, así como del personal autorizado.

El alumbrado, sobre todo de la zona de descarga, debe ser suficiente para garantizar la seguridad general de las operaciones que se realicen en la planta.

Debe colocarse en sitio visible un cartel donde se indique el tipo de instalación, los peligros específicos y las medidas de seguridad recomendadas.

### 8.2.2.- Cubetos de protección contra derrames

La finalidad de los cubetos debe ser recoger y confinar el GNL que, por causas accidentales, pueda verterse. En sus inmediaciones deben existir las medidas necesarias de actuación contra incendio, así como elementos de actuación para minimizar los efectos derivados de la vaporación súbita del GNL.

Los cubetos pueden estar formados por barreras naturales, diques, muros de contención o una excavación en el terreno capaz de resistir las acciones mecánicas, térmicas o químicas del GNL.

Las paredes de los cubetos de contención de los depósitos deben estar como mínimo a 1,5 m de cualquier superficie lateral o frontal de dichos depósitos.

Se propone la instalación de un cubeto de homigón, al tratarse de una instalación portátil se considera el empleo de barreras New Jersey a su alrededor, formando un cubeto de un volumen total de **86 m<sup>3</sup>**





### 8.2.3.- Distancias de seguridad

Según el apartado 5.3 de la norma UNE 60210:2018, las plantas satélites se clasifican según la capacidad geométrica conjunta de almacenamiento:

Siendo la capacidad de almacenamiento de nuestra planta de 5 m<sup>3</sup>, la instalación será de **clase A**

| Capacidad total instalada                                                                                      | a1 | A  | B  | C  | D  | E  | F  | G  | H  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <b>Elementos</b>                                                                                               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües                                                      | 3  | 5  | 7  | 9  | 12 | 15 | 20 | 20 | 25 |
| Motores, interruptores (no antideflagrantes), depósitos de material inflamable, puntos de ignición controlados | 2  | 5  | 7  | 9  | 12 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Proyecciones de líneas eléctricas                                                                              | 10 | 10 | 12 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, ferrocarriles                                                 | 2  | 7  | 8  | 9  | 12 | 15 | 25 | 30 | 35 |
| Aberturas de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.     | 9  | 9  | 12 | 14 | 20 | 24 | 34 | 44 | 55 |

La distancia de la zona de conexión fija de mangueras de los muelles de descarga a los elementos establecidos debe ser la equivalente a la capacidad A, excepto en el caso de las plantas de capacidad inferior o igual a 2 m<sup>3</sup>, para las que deben aplicarse las distancias indicadas para la categoría a1.

Por tanto, se mantendrán las mismas distancias tanto para los depósitos como para la zona de conexión fija de mangueras.

**En los planos anexos al presente documento se encuentran representadas las distancias de seguridad correspondientes.**

### 9.- DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO

Tal y como se indica en el RD 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. En el artículo 5 de la ITC-ICG 04 Plantas satélite Gas Natural Licuado (GNL) se indica lo siguiente:

### 9.1.-Autorización administrativa

Las plantas satélites de GNL precisarán autorización administrativa previa a su construcción, otorgada por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, excepto las destinadas a uso propio y exclusivo de un usuario.

Para solicitar la citada autorización, el titular de la instalación presentará al órgano competente de la Comunidad Autónoma un proyecto según lo indicado en el apartado 5.2, acompañado del modelo oficial de solicitud.

### 9.2.-Pruebas previas

De forma previa a la puesta en servicio de la instalación el organismo de control, asistido por la empresa encargada del montaje y el director de obra, realizará las pruebas en obra previstas en la norma UNE 60210, con el fin de comprobar que la instalación, los materiales y los equipos cumplen los requisitos de resistencia y estanqueidad.

Las pruebas a realizar son las citadas a continuación :

- Los depósitos se someterán a una prueba de estanqueidad a una presión de prueba de 1,1 veces la presión máxima de operación durante al menos 24 h.
- Al tratarse de un depósito con aislamiento al vacío, la prueba de estanqueidad puede sustituirse con una medida del vacío durante 1 h. Si éste es inferior a 0,6 mbar la prueba puede darse por válida debiendo, en caso contrario, realizarse la prueba de estanqueidad.
- La instalación se someterá a una prueba de comprobación de los sistemas de seguridad con precintado de las válvulas de seguridad.

### 9.3.-Certificados

El director de obra emitirá el correspondiente certificado de dirección de obra, con copia para el titular de la instalación y para el órgano competente de la Comunidad Autónoma. Como anexo incluirá una lista de los componentes de la instalación y sus características y una justificación de homologación de los componentes y equipos que reglamentariamente lo requieran. En su caso, se justificarán las variaciones en la instalación en relación con el proyecto.

Asimismo, el organismo de control emitirá un certificado de inspección para el órgano competente de la Comunidad Autónoma, con copia para el titular de la instalación, la empresa que haya construido la instalación, y el director de obra, con lo que la instalación quedará en disposición de servicio.

### 9.4.-Puesta en servicio

Una vez expedidos el certificado de dirección de obra y el certificado de inspección, la instalación se considerará en disposición de servicio, momento en que el titular de la instalación de la planta satélite podrá ponerse en contacto con el suministrador para solicitar el primer llenado de los depósitos de GNL.

Teniendo en cuenta la norma UNE 60210:2018, se exige que antes de efectuar la primera carga de GNL de la instalación, se debe efectuar la puesta en frío del depósito y de los circuitos criogénicos, mediante una carga controlada de nitrógeno líquido. Asimismo, se debe efectuar la medición de vacío durante todo el proceso de enfriamiento, garantizando que éste se mantiene por debajo de 0,6 mbar.

Para llevar a cabo la legalización de la instalación, tras la puesta en servicio de la planta, el titular de esta deberá, en un plazo máximo de **15 días hábiles**, presentar por duplicado la documentación reflejada en el artículo 5.6 de la ITC-ICG 04 ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, recibiendo copia diligenciada.

## 10.- MANTENIMIENTO Y REVISIONES PERIÓDICAS

El titular de la instalación o en su defecto los usuarios, serán los responsables del mantenimiento, conservación, explotación y buen uso de la instalación de tal forma que se halle permanentemente en disposición de servicio, con el nivel de seguridad adecuado. Asimismo atenderán las recomendaciones que, en orden a la seguridad, les sean comunicadas por el suministrador.

Para ello, existirá un un esquema de la instalación y las instrucciones de funcionamiento en un lugar visible. Además, los vehículos de servicio que se aproximen a la instalación deberán disponer de un sistema apaga llamas en el tubo de escape.

Según la norma UNE 60210:2018, el personal que opera la planta debe tener conocimientos apropiados de la instalación, de la manipulación del gas natural en sus fases líquida y gaseosa, de las diferentes operaciones que en la planta se ejecutan, de la utilización de instrumental y herramientas, así como de los sistemas de seguridad y equipos de protección individual.

El personal de control de la planta debe ser conocedor de la forma de actuar ante una situación de emergencia.

Deberán disponer de un contrato de mantenimiento suscrito con un especialista criogénico que disponga de un servicio de atención de urgencias permanente, por el que ésta se encargue de conservar las instalaciones en el debido estado de funcionamiento y de la realización de las revisiones dentro de las prescripciones contenidas en la norma UNE 60210.

Todos los componentes de la instalación se deben someter al mantenimiento y a las revisiones periódicas indicadas en la legislación vigente (RD 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 ICG01 a 11).

Así, las instalaciones deben someterse a las operaciones de control y mantenimiento que indique el fabricante de los equipos y componentes, debiendo efectuarse periódicamente las comprobaciones y verificaciones necesarias para conocer en todo momento el estado de la instalación, así como adoptar las medidas pertinentes para asegurar su correcto funcionamiento y condiciones de seguridad.

En cuanto a las revisiones periódicas, éstas deben incluir las siguientes comprobaciones:

- Medición del vacío del depósito (se debe aceptar si la medición es inferior a 0,60 mbar).

- Prueba de estanqueidad (puede sustituirse por una medida del vacío).
- Comprobación y precintado de válvulas del depósito.
- Comprobación del cumplimiento de las condiciones reglamentarias.
- Comprobación de la toma de tierra.

Además, con la periodicidad establecida reglamentariamente, debe efectuarse en el depósito una prueba neumática a 1,1 veces su presión máxima admisible. Esta prueba debe realizarse con gas inerte o con el propio gas del depósito, evitando con ello la introducción de humedad en el mismo.

Para cada instalación existirá un Libro de Mantenimiento o bien, si la empresa encargada del mantenimiento está sujeta a un sistema de calidad certificado, un archivo documental con copia de las actas de todas las operaciones realizadas, que deberá poder ser consultado por el órgano competente de la Administración Pública, cuando éste lo considere conveniente.

El titular se responsabiliza de que esté vigente en todo momento el contrato de mantenimiento, y de la custodia del Libro de Mantenimiento o copia del archivo documental, así como del certificado de la última revisión periódica realizada de acuerdo con lo establecido en esta ITC.

VISADO TF29299/00  
FECHA 05-04-2019  
Pag. 28 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



## 11.- IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

A continuación, se realiza una breve descripción del proceso de funcionamiento de la planta satélite compacta de GNL para enumerar las posibles afecciones al medio ambiente

### 11.1.-Descarga de camión cisterna

La descarga del camión cisterna de GNL se realiza mediante la conexión lateral del contenedor marino y la central de conexiones en el lateral de camión. Consiste en una manguera flexible criogénica y una válvula antirretorno, llevando a cabo el proceso de descarga hacia el depósito de almacenamiento mediante una bomba criogénica propia del camión.

### 11.2.-Depósito de almacenamiento

El contenedor marino consta de 2 depósitos de 5 m<sup>3</sup> para el almacenamiento del GNL, tal y como se ha descrito en apartados anteriores. Estos depósitos suministran gas natural al regasificador según la demanda de gas de los puntos de consumo.

Únicamente se empleará un único depósito y para mantener la presión de almacenaje necesaria, el depósito cuenta con un sistema de autocontrol. Consiste en una parrilla de tubos aleateados en su lateral, por el cual se hará circular parte de GNL provocando su cambio de fase a gas y reconducirlo al depósito por la parte superior del mismo.

### 11.3.-Regasificación

La función del regasificador es vaporizar el GNL procedente del depósito de almacenamiento para aportar el gas necesario a los puntos de consumo. Para ello se emplean los tubos aleateados que forma dicho equipo.

### 11.4.-Odorización

Antes de suministrar el gas natural regasificado, será odorizado por método de absorción mediante Tetrahidrotiofeno, permitiendo así que cualquier fuga pueda ser detectada con facilidad cuando exista una mezcla de GN y aire.

Es probable que se produzca un volumen de gas sobreodorizado, este se inyectará a la tubería principal aguas abajo de la instalación de odorización.

### 11.5.-Funciones del personal

Tan solo se requiere de personal calificado durante las operaciones de carga y descarga de GNL desde en camión cisterna hasta el depósito criogénico y en las operaciones de mantenimiento de la planta.

Para el resto de funcionamiento de la planta, se emplea un sistema de control telegestionado. En caso de incidencia, se recibe una señal en el centro de control y se activa el plan de actuación desplazándose hasta el lugar el personal calificado.

### 11.6.-Materias primas, productos intermedios y productos acabados

En la planta objeto de este proyecto, el único producto que se recibe y se transforma es el Gas Natural. Siendo como materia prima en estado líquido (GNL), almacenado para posteriormente ser transformado por la regasificación a estado gaseoso (GN) y suministrado a los puntos de consumo.

Se puede considerar como producto intermedio el tetrahidrotiofeno (THT) para la odorización del mismo, tal y como indica el Decreto 2913/79 (Reglamento General del Servicio Público de Gases)

### 11.7.-Repercusión sobre el entorno

#### 11.7.1.- Impacto visual

La zona de afección es pequeña y localizada en terrenos ya afectados por el hombre. Además, su empleo es de manera temporal. Por tanto a nivel visual y paisajístico no se prevén impactos ambientales importantes.

#### 11.7.2.- Impacto acústico

La planta compacta de GNL está constituida únicamente por elementos estáticos. Los únicos equipos capaces de generar ruido pero inferiores a los límites permitidos por medioambiente, se encuentran en el exterior del recinto y se trata de las válvulas de seguridad de los depósitos. Además, estas actuarán solo en caso de emergencia, donde la presión del depósito supere los valores normales de operación.

#### 11.7.3.- Aguas residuales

No se genera ningún tipo de agua residual.

#### 11.7.4.- Residuos sólidos

No se genera ningún tipo de residuo sólido.

#### 11.7.5.- Emisiones atmosféricas

Las emisiones de gas a la atmósfera por parte de la planta de GNL se reducirán a las pequeñas fugas ocasionales a través de las fugas ocasionales a través de las válvulas de seguridad y a las procedentes de la estación de descarga, durante las operaciones normales de manipulación de las cisternas de suministro de GNL.

Teniendo en cuenta que dichas fugas son en estado gaseoso y que el gas natural es más ligero que el aire y que se trata de un gas no tóxico y que las pequeñas cantidades emitidas se disiparán rápidamente. No se considera un impacto significativo para el medioambiente.

## 12.- DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto está formado por la siguiente documentación:

- Memoria Descriptiva-Justificativa
- Presupuesto
- Anexo Proyecto BT de la instalación
- Anexo Proyecto MT de la instalación
- Pliego de Condiciones
- Planos:
  - PLANO 1: Situación.
  - PLANO 2: Distribución
  - PLANO 3: Zonas ATEX
  - PLANO 4: Distancias de seguridad depósitos
  - PLANO 5: Distancias de seguridad válvulas

## 13.- PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN

El presente proyecto tiene un presupuesto de ejecución material (PEM) que asciende a la cantidad de **CINCUENTA Y TRES MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS (53.759,66 €)**.

Santa Cruz de Tenerife (España), noviembre de 2018



José Julio Brossa Gutiérrez  
Ingeniero Industrial  
Colegiado nº 203







# **ANEXO**

## **INSTRUCCIONES TÉCNICAS**

### **PLANTA SATÉLITE GNL**





## A2.2 INSTRUCCIONES TÉCNICAS PLANTA DE GAS NATURAL LICUADO (GNL)

- MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y DESCARGA DE LA PLANTA DE GNL
- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA PLANTA DE GNL

VISADO TF29299/00  
FECHA 05-04-2019  
Pag. 35 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



## A2.2.1. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y DESCARGA DE LA PLANTA

### A2.2.1.1. Introducción

El manual de funcionamiento pertenece a una planta de gas natural licuado con una capacidad de almacenamiento de  $5+5 \text{ m}^3$  y una capacidad de gasificación de  $120 \text{ Nm}^3/\text{h}$ . Conjuntamente con el contenedor se adjuntará un manual de funcionamiento y descarga.

### A2.2.1.2. Descripción de la instalación

La instalación está dividida en diferentes módulos:

#### CONTENEDOR

Módulo de Almacenamiento.

Módulo de zona de descarga cisternas.

Módulo Gasificación.

Módulo de Odorización.

#### ENLACE

Módulo Señales Interconexión Ccontenedor.

#### SALA CONTROL

Módulo Control.

### A. Módulo Almacenamiento

Módulo formado por dos depósitos de  $5 \text{ m}^3$ , con una presión máxima de trabajo de 8 bares.

Dicho módulo se puede dividir en distintas partes:

#### A.1. Circuito llenado depósito

Está formado por la tubería de entrada al depósito procedente de la zona de descarga y 2 válvulas de entrada para cada depósito:

- Válvula Llenado Inferior o "Líquido".
- Válvula Llenado Superior o "duchas".

### A.2. Circuito consumo depósito

Formado por la tubería de unión entre salida fase líquida del depósito y el módulo de gasificación.

### A.3. Circuito Válvulas Seguridad y Venteo

Tuberías de unión entre fase gas del depósito y venteo a través de una válvula de 3 vías que permite seleccionar que grupo de válvulas de seguridad funcionan.

### A.4. Circuito PPR (Puesta Presión Depósitos)

Formado por un vaporizador tubular (parrilla de tubos aleteados de aluminio) y por las válvulas neumáticas siguientes:

- Válvula alimentación líquido a PPR.
- Válvula retorno gas a PPR.
- Filtro
- Regulador PPR neumático
- Válvula purga
- Elementos unión: brida, enlace 3 piezas.

El vaporizador es utilizado para subir presión al depósito.

### A.5. Elementos de Control

Está formado por:

- Indicador de Nivel. 0 – 100 % (0 a 150 m<sup>3</sup>).
- Indicador de Presión. 0 a 10 bar.
- Transmisor electrónico 4-20 mA de Nivel.
- Transmisor electrónico 4-20 mA de Presión.

## **B. Módulo de zona descarga cisternas.**

La zona de descarga está formada por una manguera con una válvula para llenado del depósito.



## C. Módulo Gasificación y Regulación del Gas.

El módulo de gasificación tiene la función de elevar la temperatura del GNL que se encuentra en el tanque a  $-168^{\circ}\text{C}$ , hasta  $+35^{\circ}\text{C}$  aproximadamente, incluyendo la aportación de calor necesaria para el cambio de fase.

### C.1. Módulo de Gasificación

Formado por 1 evaporador ambiental.

### C.2. Módulo de Regulación Gas

Formado por dos reguladores.

## D. Módulo de Odorización.

Formado por un bidón de THT conectado a un diafragma.

## E. Módulo Señales Interconexión

Formado por el conjunto de tuberías, canaleta de cables que unen los diferentes elementos hasta el cuadro de control.

## H. Módulo Control

Este módulo es básicamente un PLC que gestiona todos los datos que le llegan de la planta.

Los datos principales son:

- Indicador de presión en el depósito.
- Indicador de nivel de llenado del depósito.
- Temperatura gas a la salida del evaporador ambiental.
- Temperatura gas a la entrada del skid de regulación (PT100).
  - o Paro de emergencia.

### A2.2.1.3. Funcionamiento de la instalación. Equipo de control.

#### Introducción

El contenedor está formado por 2 depósitos de almacenamiento de GNL de 5 m<sup>3</sup> de capacidad total, una zona de descarga de cisternas, un evaporador ambiental de GNL, un Skid de regulación de gas a consumo, un odorizador y un equipo de control.

El gas a utilizar en la instalación receptora, se obtiene a partir del evaporador ambiental. Mediante este equipo, el gas líquido procedente del depósito de almacenamiento, se convierte en gas natural, apto para consumo.

La misión del depósito es la de alimentar el evaporador, asegurando en todo momento el suministro de gas líquido a este elemento.

#### Válvula general de gas

En la línea de regulación de gas a consumo existe la válvula general de gas, dicha válvula está formada por una válvula de esfera y un actuador neumático (de color rojo).

Todo el control de la planta se realiza sobre esta válvula, ya que la acción de abrir o cerrar la válvula es la que controla el suministro de gas hacia consumo o el corte del mismo.

Existen dos funcionamientos distintos de dicha válvula: Automático y Manual.

#### Funcionamiento Automático

Se selecciona el funcionamiento en modo automático mediante el selector Manual / Automático existente en el cuadro de control.

En funcionamiento automático la válvula general de gas permanecerá abierta siempre que no exista ninguna de las siguientes alarmas:

- Muy baja temperatura de gas consumo.
- Baja temperatura de gas (AKO).
- Paro de emergencia.
- Falta de aire
- Falta de tensión

## Funcionamiento Manual

Se selecciona el funcionamiento en modo manual mediante el selector Manual / Automático existente en el cuadro de control.

En funcionamiento manual la válvula general de gas se posicionará según la posición del selector Abrir / Cerrar válvula general de gas.

Aún teniendo seleccionado el modo Manual y el selector en posición Abrir, la válvula permanecerá cerrada si existe cualquier de las siguientes alarmas:

- Muy baja temperatura de gas consumo.
- Baja temperatura de gas (AKO).
- Paro de emergencia.
- Falta de aire
- Falta de tensión

### A2.2.1.4. Descripción descarga de la cisterna de GNL al depósito criogénico.

Al llegar la cisterna, ésta debe colocarse en posición de descarga, seguidamente procederá a conectar la pinza de toma de tierra.

La descarga se realizará mediante una bomba criogénica, que se conectará a la boca de carga a través de una manguera que lleva el propio transportista. El depósito tiene dos circuitos para el llenado de GNL:

- Válvula llenado por parte inferior (fondo)
- Válvula llenado por parte superior (duchas)

La descarga se realiza normalmente por duchas, para facilitar el llenado haciendo bajar la presión del depósito.

Salida de las cisternas de la planta de G.N.L.:

- Despresurizar las mangueras mediante las válvulas de purga.
- Desconectar las mangueras. Desconectar la pinza de puesta a tierra de la cisterna.

## A2.2.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA PLANTA DE GNL

### Uniones con bridas y uniones con enlace tres piezas.

Cada 6 meses, comprobar el apriete de la tuerca de los tornillos de las bridas, en el caso de encontrarse flojas, apretarlas en cruz.

Cada 6 meses, comprobar que no existen fugas en las uniones realizadas mediante bridas (utilizar spray detector de fugas o agua jabonosa), en caso de detectar fuga, apretar los tornillos en cruz. Si la fuga persiste cambiar la junta que se encuentra entre las dos bridas.

Cada 6 meses, comprobar que no existen fugas en las uniones realizadas mediante enlaces tres piezas, dichos enlaces se encuentran en el circuito PPR del depósito. En caso de detectar una fuga, apretar dicho enlace. Si la fuga persiste colocar teflón líquido en el cierre del enlace.

### Filtro situado en el circuito PPR de los tanques

Cada 6 meses, limpiar el filtro que se encuentra en el circuito del PPR de los tanques, dicho filtro se encuentra en la fase líquida, antes de la válvula neumática.

Antes de abrir el filtro cerrar la válvula de líquido y la de gas del circuito PPR, despresurizar dicho circuito utilizando la válvula situada en fase gas.

Colocar teflón líquido en el asiento de la tapa del filtro antes de volver a cerrarlo.

### Válvula criogénica situada en la zona de descarga

Cada 6 meses, comprobar que no existen fugas en la zona del prensaestopas (utilizar spray detector de fugas o agua jabonosa), si se detecta fuga apretar dicho prensaestopas.

Cada 6 meses, comprobar que no existen fugas en la unión del vástago de la válvula con el cuerpo, si se detectan fugas apretar en cruz los tornillos existentes.

Si la fuga no queda solucionada apretando el prensaestopas o los tornillos, desmontar la válvula y cambiar la prensa o la junta de cierre situada entre vástago y cuerpo.

Cada 6 meses, desmontar la válvula y comprobar el asiento de cierre de la misma, si se encuentra dañado o gastado sustituirlo por uno nuevo

### Válvulas criogénicas neumáticas

Cada 6 meses, comprobar el estado y las posibles fugas de los circuitos de aire que controlan dichas válvulas.

Cada 6 meses, comprobar que dichas válvulas no fugan por el prensaestopas, apretarlo en caso de fuga.

Cada 6 meses, comprobar el apriete de todos los tornillos existentes en las válvulas y en los actuadores neumáticos.

Cada 18 meses, desmontar las válvulas y comprobar el estado de las juntas existentes, si se encuentran dañadas o gastadas sustituirlas.

### Válvulas criogénicas situadas en el depósito

Cada 6 meses, comprobar que no existen fugas en la zona del prensaestopas (utilizar spray detector de fugas o agua jabonosa), si se detecta fuga apretar dicho prensaestopas.

Cada 6 meses, comprobar que no existen fugas en la unión del vástago de la válvula con el cuerpo, si se detectan fugas apretar en cruz los tornillos existentes o la rosca de cierre.

Si la fuga no queda solucionada apretando el prensaestopas o los tornillos, vaciar el depósito, desmontar la válvula y cambiar el prensa o la junta de cierre situada entre vástago y cuerpo.

Cada 12 meses, vaciar el depósito, desmontar las válvulas y comprobar el asiento de cierre de las mismas, si se encuentra dañado o gastado sustituirlo por uno nuevo.

VISADO TF29299/00  
FECHA 05-04-2019  
Pag. 42 de 99

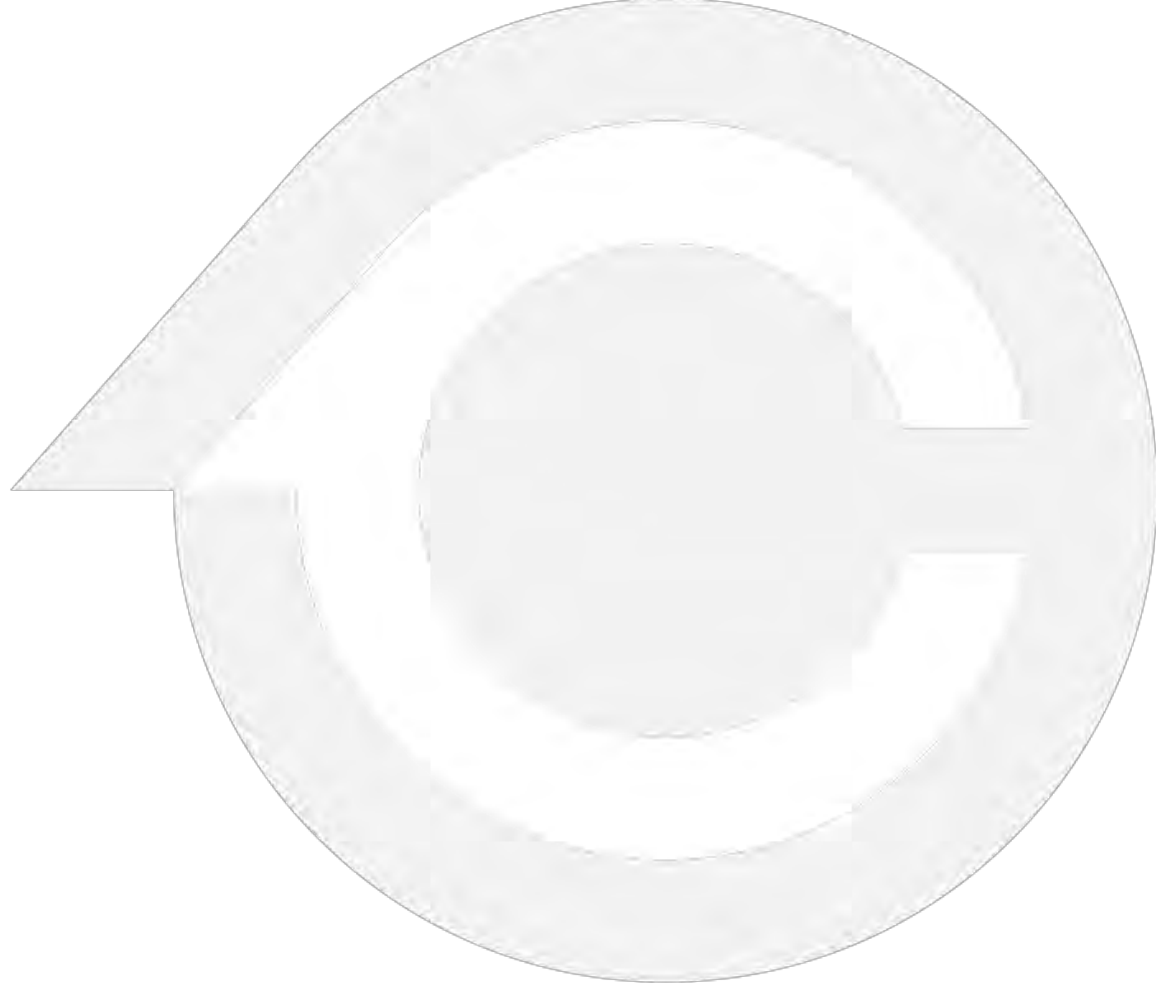
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.





# **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

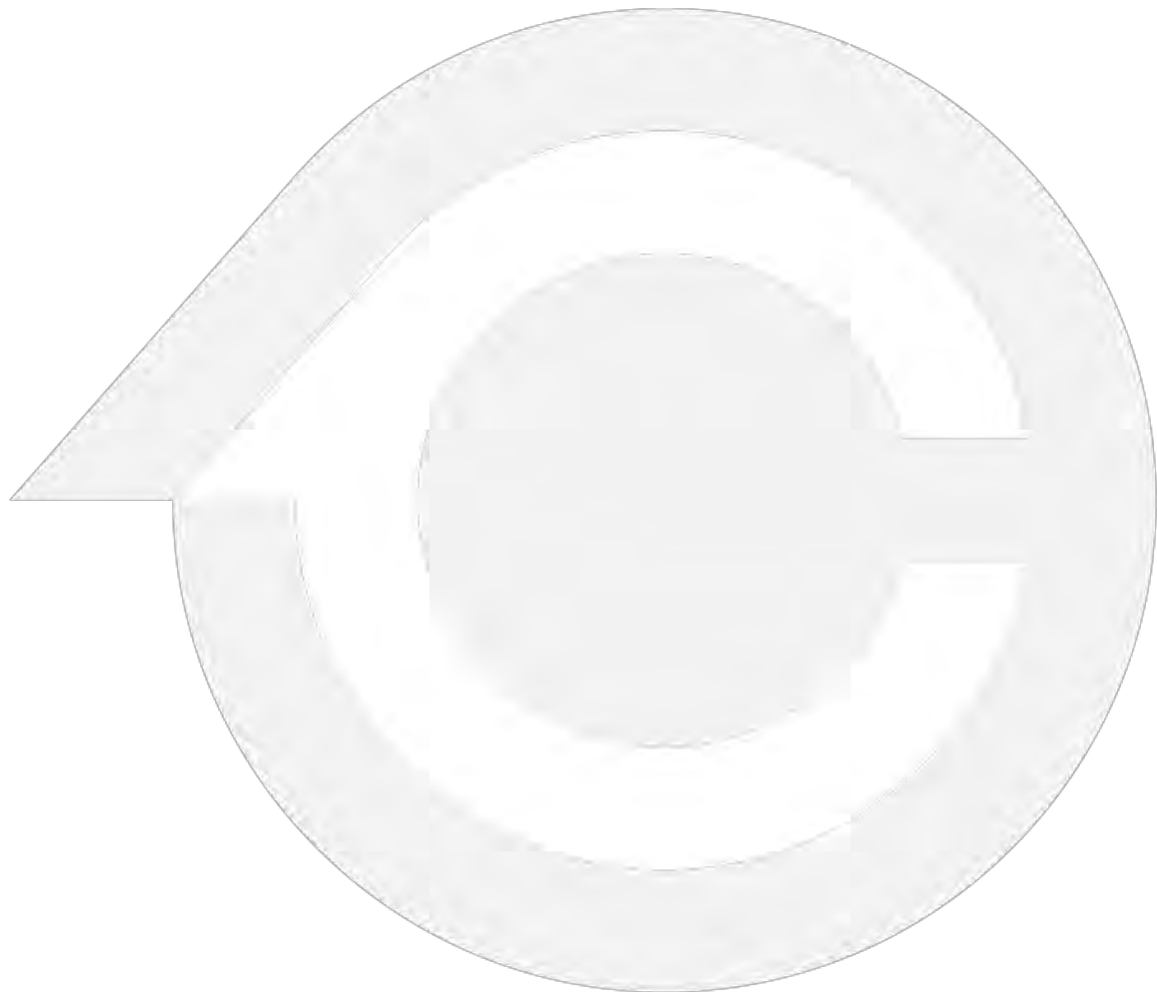




# INDICE

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.- OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>                         | <b>3</b>  |
| <b>2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD</b>                                 | <b>3</b>  |
| 2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA                                               | 3         |
| 2.2.- PRESUPUESTO DE CONTRATO ESTIMADO                                     | 3         |
| 2.3.- DURACIÓN ESTIMADA Y Nº DE TRABAJADORES                               | 3         |
| 2.4.- VOLUMEN DE LA OBRA ESTIMADO                                          | 3         |
| <b>3.- RECURSOS CONSIDERADOS</b>                                           | <b>3</b>  |
| 3.1.- MATERIALES                                                           | 3         |
| 3.2.- ENERGÍAS Y FLUIDOS                                                   | 4         |
| 3.3.- MANO DE OBRA                                                         | 4         |
| 3.4.- HERRAMIENTAS                                                         | 4         |
| <b>4.- IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS</b>                          | <b>5</b>  |
| <b>5.- PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA</b>                           | <b>6</b>  |
| <b>6.- NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS</b>    | <b>10</b> |
| 6.1.- CONSIDERACIONES GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA | 11        |
| 6.2.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD A APLICAR EN LAS OBRAS    | 11        |
| 6.2.1.- Estabilidad y solidez                                              | 11        |
| 6.2.2.- Instalaciones de suministro y reparto de energía                   | 11        |
| 6.2.3.- Vías y salidas de emergencia                                       | 12        |
| 6.2.4.- Detección y lucha contra incendios                                 | 12        |
| 6.2.5.- Ventilación                                                        | 12        |
| 6.2.6.- Exposición a riesgos particulares                                  | 12        |
| 6.2.7.- Temperatura                                                        | 13        |
| 6.2.8.- Iluminación                                                        | 13        |
| 6.2.9.- Puertas y portones                                                 | 13        |
| 6.2.10.- Vías de circulación y zonas peligrosas                            | 14        |
| 6.2.11.- Muelles y rampas de descarga                                      | 14        |
| 6.2.12.- Espacio de trabajo                                                | 14        |
| 6.2.13.- Primeros auxilios                                                 | 14        |
| 6.2.14.- Servicios higiénicos                                              | 15        |
| 6.2.15.- Locales de descanso o de alojamiento                              | 15        |
| 6.2.16.- Mujeres embarazadas y madres lactantes                            | 16        |
| 6.2.17.- Trabajos de minusválidos                                          | 16        |
| 6.2.18.- Disposiciones varias                                              | 16        |

|                                                                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6.2.19.- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en la obras en el interior de locales | 16        |
| <b>7.- MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA</b>                                   | <b>17</b> |
| <b>8.- REVISIONES Y/O MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>                                                                  | <b>34</b> |



## 1.- OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En cumplimiento de lo dispuesto en el Art.4 Ap.2 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se redacta el presente estudio de Seguridad y Salud.

El estudio precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. Contemplando la identificación de riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia. Además se contemplan las previsiones y las informaciones útiles necesarias para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

## 2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD

Instalación de una planta compacta de GNL ubicada de acuerdo con las definiciones e indicaciones descritas en la ITC-ICG04 en el interior de un contenedor marítimo de 40 pies.

### 2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Actualización de las instalaciones de protección contra incendios de un establecimiento comercial situado en Santa Cruz de Tenerife

### 2.2.- PRESUPUESTO DE CONTRATO ESTIMADO

Se trata de una obra cuyo presupuesto de ejecución material (PEM) estimado, asciende a la cantidad de **CINCUENTA Y TRES MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS (53.759,66 €)**.

### 2.3.- DURACIÓN ESTIMADA Y Nº DE TRABAJADORES

Se calcula factible su realización en un plazo de 30 días, con una media de 2 operarios durante la ejecución de la misma.

### 2.4.- VOLUMEN DE LA OBRA ESTIMADO

Establecer el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal, la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores de la obra, estimándose en 60 jornadas.

## 3.- RECURSOS CONSIDERADOS

### 3.1.- MATERIALES

**Instalación de aparatos a presión, mecánica y de gas**

Tuberías de acero negro DIN 2440 o acero inoxidable.



### 3.2.- ENERGÍAS Y FLUIDOS

Agua.  
Electricidad.  
Combustibles líquidos (gasoil, gasolina).  
Esfuerzo humano.

### 3.3.- MANO DE OBRA

Responsable técnico.  
Mando Intermedio.  
Oficial.  
Peones especialistas.

### 3.4.- HERRAMIENTAS

#### **Eléctricas portátiles**

Esmeriladora radial para metales.  
Taladradora.  
Martillo picador eléctrico.  
Multímetro  
Chequeador portátil de la instalación

#### **Herramientas combustibles.**

Pistola clavadora.  
Equipo de soldadura de propano o butano.

#### **Herramientas de mano.**

Sierra de arco para metales.  
Cizallas.  
Palancas.  
Caja completa de herramientas.  
Reglas, escuadras, nivel, plomada.  
Cuchilla, tijera, destornilladores, martillos, pelacables, cizalla cortacables, sierra de arco para metales, caja completa de herramientas dieléctricas homologadas, reglas, escuadras, nivel, etc.

#### **Herramientas de tracción.**

Ternales, trócolas y poleas.

### **Maquinaria.**

Motores eléctricos.

Motores de explosión.

Sierra de metales, grúa, cabrestante.

Excavadora

### **Medios Auxiliares.**

Andamio de estructura tubular.

Andamio rodante.

Andamio de borriquetas.

Toldos, redes, cuerdas.

Escaleras de mano.

Grúas.

Cabrestante.

Montacargas.

Señales de seguridad, vallas y balizas de advertencia e indicación de riesgos.

Letreros de advertencia a terceros.

## **4.- IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS**

Identificar los factores de riesgo, los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional derivados de los mismos, procediendo a su posterior evaluación, de manera que sirva de base a la posterior planificación de la acción preventiva en la cual se determinarán las medidas y acciones necesarias para su corrección (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

Tras el análisis de las características de la instalación y del personal expuesto a los riesgos se han determinado los riesgos que afectan al conjunto de la obra, a los trabajadores de una sección o zona de la obra y a los de un puesto de trabajo determinado.

La metodología utilizada en el presente informe consiste en identificar el factor de riesgo y asociarle los riesgos derivados de su presencia. En la identificación de los riesgos se ha utilizado la lista de "Riesgos de accidente y enfermedad profesional", basada en la clasificación oficial de formas de accidente y en el cuadro de enfermedades profesionales de la Seguridad Social.

Para la evaluación de los riesgos se utiliza el concepto "Grado de Riesgo" obtenido de la valoración conjunta de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad de las consecuencias del mismo.

Se han establecido cinco niveles de grado de riesgo de las diferentes combinaciones de la probabilidad y severidad, las cuales se indican en la tabla siguiente:

| GRADO DE RIESGO |       | Severidad      |                |               |
|-----------------|-------|----------------|----------------|---------------|
|                 |       | Muy Grave      | Grave          | Leve          |
| Probabilidad    | Alta  | <i>Crítico</i> | <i>Elevado</i> | <i>Medio</i>  |
|                 | Media | <i>Elevado</i> | <i>Medio</i>   | <i>Bajo</i>   |
|                 | Baja  | <i>Medio</i>   | <i>Bajo</i>    | <i>Ínfimo</i> |

La probabilidad se valora teniendo en cuenta las medidas de prevención existentes y su adecuación a los requisitos legales, a las normas técnicas y a los objetos sobre prácticas correctas. La severidad se valora en base a las más probables consecuencias de accidente o enfermedad profesional.

Los niveles bajo, medio y alto de severidad pueden asemejarse a la clasificación A, B y C de los peligros, muy utilizada en las inspecciones generales:

- (Alto) Peligro Clase A: condición o práctica capaz de causar incapacidad permanente, pérdida de la vida y/o una pérdida material muy grave.
- (Medio) Peligro Clase B: condición o práctica capaz de causar incapacidades transitorias y/o pérdida material grave.
- (Bajo) Peligro Clase C: condición o práctica capaz de causar lesiones leves no incapacitantes, y/o una pérdida material leve.
- Alta: Cuando la frecuencia posible estimada del daño es elevada.
- Media: Cuando la frecuencia posible estimada es ocasional.
- Baja: Cuando la ocurrencia es rara. Se estima que puede suceder el daño pero es difícil que ocurra.
- N/P: Riesgo que no procede.

## 5.- PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

Tras el análisis de las características de los trabajos y del personal expuesto a los riesgos se establecen las medidas y acciones necesarias para llevarse a cabo por parte de la empresa instaladora, para tratar cada uno de los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional detectados. (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

| EVALUACIÓN DE RIESGOS                          |                  |
|------------------------------------------------|------------------|
| Actividad: Instalación planta GNL              |                  |
| Centro de trabajo                              | Evaluación nº: 1 |
| Sección:                                       |                  |
| Puesto de Trabajo:                             | Fecha:           |
| Evaluación: <input type="checkbox"/> Periódica |                  |

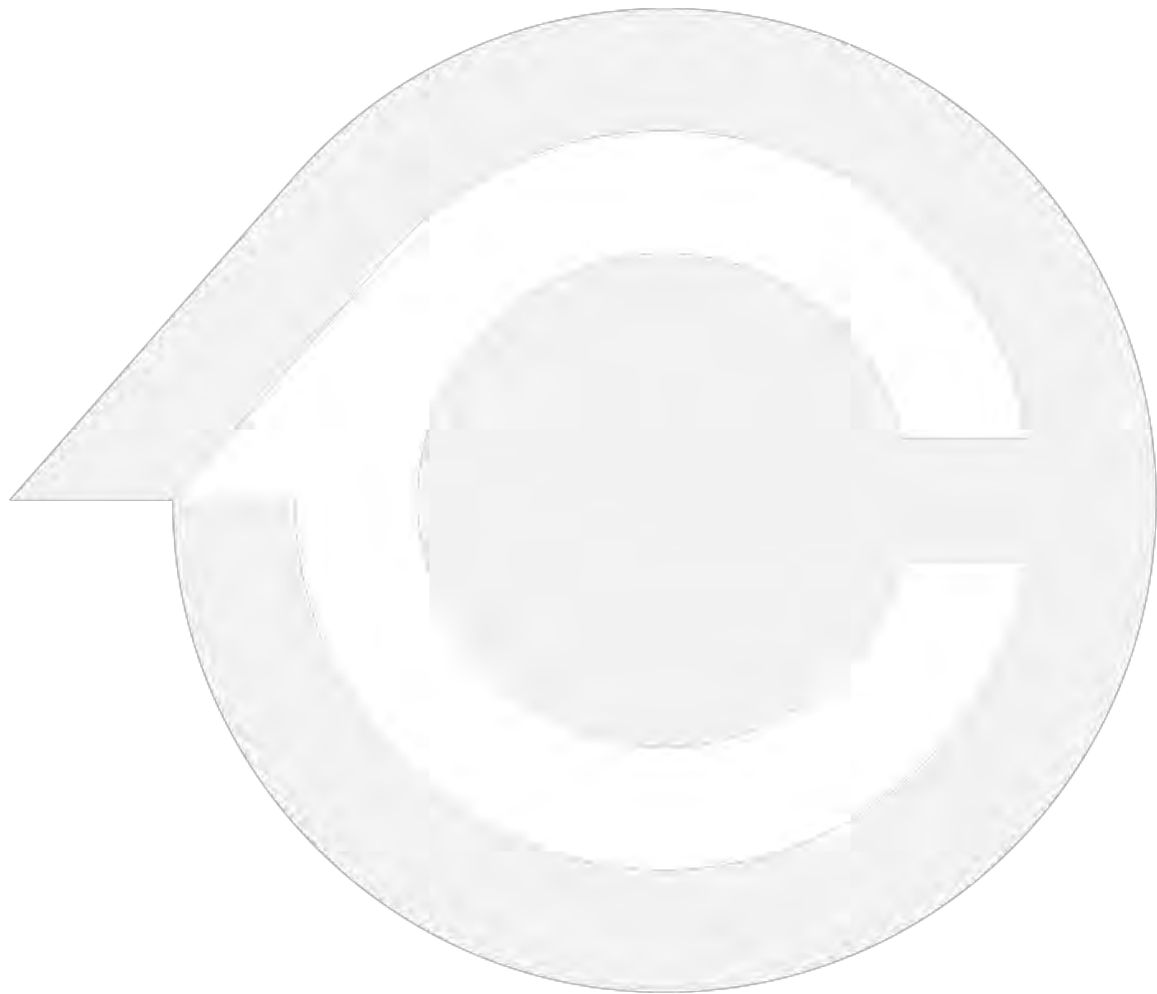
| EVALUACIÓN DE RIESGOS                                            |              |    |    |     |            |   |    |            |  |
|------------------------------------------------------------------|--------------|----|----|-----|------------|---|----|------------|--|
| Actividad: Instalación planta GNL                                |              |    |    |     |            |   |    |            |  |
| Inicial                                                          |              |    |    |     | Hoja nº: 1 |   |    |            |  |
| Riesgos                                                          | Probabilidad |    |    |     | Severidad  |   |    | Evaluación |  |
|                                                                  | AA           | MM | BB | N/P | AA         | M | BB | G. Riesgo  |  |
| 01.- Caídas de personas a distinto nivel                         |              |    | X  |     | X          |   |    | MODERA.    |  |
| 02.- Caídas de personas al mismo nivel                           |              |    | X  | x   |            | X |    | MEDIA      |  |
| 03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento             |              |    | X  |     | X          |   |    | MEDIA      |  |
| 04.- Caídas de objetos en manipulación                           |              | X  |    |     |            |   | X  | BAJA       |  |
| 05.- Caídas de objetos desprendidos                              |              |    | X  |     | X          |   |    | MEDIA      |  |
| 06.- Pisadas sobre objetos                                       |              | X  |    |     |            |   | X  | BAJA       |  |
| 07.- Choque contra objetos inmóviles                             |              | X  |    |     |            |   | X  | BAJA       |  |
| 08.- Choque contra objetos móviles                               |              |    | X  |     |            | X |    | BAJA       |  |
| 09.- Golpes por objetos y herramientas                           |              | X  |    |     |            |   | X  | BAJA       |  |
| 10.- Proyección de fragmentos o partículas                       |              | X  |    |     |            | X |    | MEDIA      |  |
| 11.- Atrapamiento por o entre objetos                            |              |    | X  |     | X          |   |    | MEDIA      |  |
| 12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos. |              |    | X  |     | X          |   |    | MEDIA      |  |
| 13.- Sobreesfuerzos                                              |              | X  |    |     |            | X |    | MEDIA      |  |
| 14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas              |              |    |    | X   |            |   |    | NO PROC.   |  |
| 15.- Contactos térmicos                                          |              |    | X  |     |            | X |    | MEDIA      |  |
| 16.- Exposición a contactos eléctricos                           |              |    | X  |     | X          |   |    | ALTA       |  |
| 17.- Exposición a sustancias nocivas                             |              |    | X  |     |            | X |    | BAJA       |  |
| 18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas               |              |    | X  |     |            | X |    | BAJA       |  |
| 19.- Exposición a radiaciones                                    |              |    | X  |     |            | X |    | BAJA       |  |
| 20.- Explosiones                                                 |              |    | X  |     | X          |   |    | MEDIA      |  |
| 21.- Incendios                                                   |              |    | X  |     | X          |   |    | MEDIA      |  |
| 22.- Accidentes causados por seres vivos                         |              |    |    | X   |            |   |    | NO PROC.   |  |
| 23.- Atropello o golpes con vehículos                            |              |    |    | X   | X          |   |    | MEDIA      |  |
| 24.- E.P. producida por agentes químicos                         |              |    | X  |     |            |   | X  | MUY BAJA   |  |
| 25.- E.P. infecciosa o parasitaria                               |              |    |    | X   |            |   |    | NO PROC.   |  |
| 26.- E.P. producida por agentes físicos                          |              |    | X  |     |            |   | X  | MUY BAJA   |  |
| 27.- Enfermedad sistemática                                      |              |    |    | X   |            |   |    | NO PROC.   |  |
| 28.- Otros                                                       |              |    |    | X   |            |   |    | NO PROC.   |  |

VISADO TF29299/00  
FECHA 05-04-2019  
Pag. 51 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

VISADO TF29299/00  
FECHA 05-04-2019  
Pag. 52 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.





**GESTION DE RIESGO - PLANIFICACIÓN PREVENTIVA**

Actividad: : Instalación planta GNL

Centro de trabajo:

Evaluación nº: 1

Fecha:

Sección:

Puesto de Trabajo:

Hoja nº 2

| Riesgos                                              | Medidas de control                           | Formación e información | Normas de Trabajo | Riesgo Controlado |   |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|---|
| 01.- Caídas de personas a distinto nivel             | Protecciones colectivas y E.P.I.             | X                       | X                 |                   | X |
| 02.- Caídas de personas al mismo nivel               | Orden y limpieza                             | X                       | X                 |                   | X |
| 03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento | Protecciones colectivas                      | X                       | X                 |                   | X |
| 04.- Caídas de objetos en manipulación               | E.P.I.                                       | X                       | X                 |                   | X |
| 05.- Caídas de objetos desprendidos                  | Protección colectiva                         | X                       | X                 |                   | X |
| 06.- Pisadas sobre objetos                           | Orden y Limpieza                             | X                       | X                 |                   | X |
| 07.- Choque contra objetos inmóviles                 | Orden y Limpieza                             | X                       | X                 |                   | X |
| 08.- Choque contra objetos móviles                   | Protecciones colectivas                      | X                       | X                 |                   | X |
| 09.- Golpes por objetos y herramientas               | E.P.I.                                       | X                       | X                 |                   | X |
| 10.- Proyección de fragmentos o partículas           | Gafas o pantallas de seguridad (E.P.I.)      | X                       | X                 |                   | X |
| 11.- Atrapamiento por o entre objetos                |                                              | X                       | X                 |                   | X |
| 12.- Atrapamiento por vuelco .                       | Manejo correcto                              | X                       | X                 |                   | X |
| 13.- Sobreesfuerzos                                  | Limitación de pesos y levantamiento correcto | X                       | X                 |                   | X |
| 14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas  |                                              |                         |                   | X                 |   |
| 15.- Contactos térmicos                              | Cumplir el R.E.B.T. y normas de seguridad    | X                       | X                 |                   | X |
| 16.- Exposición a contactos eléctricos               | Cumplimiento R.E.B.T y uso de E.P.I.         | X                       | X                 |                   | X |
| 17.- Exposición a sustancias nocivas                 | E.P.I.                                       | X                       | X                 |                   | X |
| 18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas   | E.P.I.                                       | X                       | X                 |                   | X |

VISADO TF29299/00  
FECHA 05-04-2019  
Pag. 53 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

|                                          |                                              |   |   |   |   |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|---|---|---|---|
| 19.- Exposición a radiaciones            | E.P.I.                                       | X | X |   | X |
| 20.- Explosiones                         | Prohibición de hacer fuego y fumar           | X | X | X |   |
| 21.- Incendios                           | Prohibición de hacer fuego y fumar           | X | X |   | X |
| 22.- Accidentes causados por seres vivos |                                              |   |   | X |   |
| 23.- Atropello o golpes con vehículos    | Normas de circulación y pasillo de seguridad | X | X |   | X |
| 24.- E.P. producida por agentes químicos | E.P.I.                                       | X | X |   | X |
| 25.- E.P. infecciosa o parasitaria       |                                              |   |   | X |   |
| 26.- E.P. producida por agentes físicos  | E.P.I.                                       | X | X |   | X |
| 27.- Enfermedad sistémica                |                                              |   |   | X |   |
| 28.- Otros                               |                                              |   |   | X |   |

#### 6.- NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS

Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.

Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.

Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.

Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.

Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).

Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

, así como las disposiciones legales de carácter obligatorio que recoge el Pliego de Condiciones.

## **6.1.- CONSIDERACIONES GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

- El mantenimiento de la obra en buenas condiciones de orden y limpieza.
- La correcta elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- Manipulación adecuada de los distintos materiales y utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en marcha y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

## **6.2.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD A APLICAR EN LAS OBRAS**

Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

### **6.2.1.- Estabilidad y solidez**

Se deberá asegurarse la estabilidad de los materiales y equipos y, en general de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente solo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de forma segura.

### **6.2.2.- Instalaciones de suministro y reparto de energía**

Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiada a su tipo de utilización.

- a) La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa vigente. (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).
- b) Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni 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 de 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.

#### **6.2.3.- Vías y salidas de emergencia**

Las vías y salidas de emergencia deberá permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán de poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

En todos los centro de trabajo se dispondrá de medios de iluminación de emergencia adecuados a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente, capaz de mantener al menos durante una hora, una intensidad de 5 lux, y su fuente de energía será independientemente del sistema normal de iluminación.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Todas las puertas exteriores, ventanas practicables y pasillos de salida estarán claramente rotulados con señales indebles y preferentemente iluminadas o fluorescentes, según lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dichas señales deberán fijarse en los lugares adecuados y tener resistencia suficiente.

Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de evacuación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas bajo ningún concepto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en ningún momento.

#### **6.2.4.- Detección y lucha contra incendios**

Se deberá disponer de extintores de polvo polivalente para la lucha contra incendios.

Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 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.

#### **6.2.5.- Ventilación**

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

#### **6.2.6.- Exposición a riesgos particulares**

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.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos. (gases, vapores, polvo, etc.).

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 deberá adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

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.

#### 6.2.7.- Temperatura

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.

#### 6.2.8.- Iluminación

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 antichoque. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

- Zonas de paso 20 lux.
- Zonas de trabajo 200-300 lux.
- Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad.
- Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.
- Prohibición total del uso de iluminación a llama.

#### 6.2.9.- 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.
- d) En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones., salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.



- e) Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.
- f) La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinarán según el carácter y el uso de los locales.
- g) Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.
- h) Las puertas y los portones que se cierren solos deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.
- i) Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

#### **6.2.10.- Vías de circulación y zonas peligrosas**

- a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escaleras 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 la 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) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.

#### **6.2.11.- Muelles y rampas de descarga**

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto.

- a) Los muelles y rampas de carga deberá ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.
- b) Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

#### **6.2.12.- Espacio de trabajo**

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

#### **6.2.13.- Primeros auxilios**

- a) Será de 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, a los trabajadores afectados o accidentados por una indisposición repentina.

- b) Se deberá disponer de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso (Botiquín).

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

#### **6.2.14.- Servicios higiénicos**

- a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados.

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.

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.

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.

- b) Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

- c) Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.
- d) Los vestuarios duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

#### **6.2.15.- Locales de descanso o de alojamiento**

- a) Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.
- b) Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.
- c) Cuando no existan este tipo de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.

- d) Cuando existan locales de alojamiento fijos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento.  
Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.
- e) En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.
- f) La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.
- g) Las ventanas, los vanos de iluminación cenitales y los tabiques acristalados deberán permitir evitar una insolación excesiva, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y uso del local.

#### 6.2.16.- Mujeres embarazadas y madres lactantes

Las mujeres embarazadas y las madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

#### 6.2.17.- Trabajos de minusválidos

Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso a los trabajadores minusválidos. Esta disposición se aplicará en particular a las puertas, vías de circulación, escaleras, duchas, lavabos, retretes y lugares de trabajo utilizados u ocupados directamente por trabajadores minusválidos.

#### 6.2.18.- Disposiciones varias

- a) El perímetro y los accesos 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.
- c) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

#### 6.2.19.- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en la obras en el interior de locales

##### ESTABILIDAD Y SOLIDEZ.

Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización.

##### SUELOS, PAREDES Y TECHOS DE LOS LOCALES.

- a) Los suelos de los locales deberán estar libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos, y ser fijos, estables y no resbaladizos.

- b) Las superficies de los suelos, las paredes y los techos de los locales se deberán poder limpiar y enlucir para lograr condiciones de higiene adecuadas.
- c) Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros o bien estar separados de dichos puestos y vías, para evitar que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura de dichos tabiques.

### **DIMENSIONES**

Los locales deberán tener una superficie y una altura que permita que los trabajadores lleven a cabo su trabajo sin riesgos para su seguridad, su salud o bienestar.

### **7.- MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA**

- Escaleras de mano.
- Manipulación de sustancias químicas.
- Trabajos de soldadura oxiacetilénica y corte.
- Manejo de Herramientas manuales.
- Manejo de herramientas punzantes.
- Pistolas fijaclavos.
- Manejo de herramientas de percusión.
- Manejo de cargas sin medios mecánicos.
- Máquinas eléctricas portátiles.
- Grúas.
- Cabrestante.
- Montacargas.
- Andamios de borriqueta.
- Andamios de estructura tubular.
- Protecciones y resguardos de máquinas.
- Señalización.
- Cinta de señalización.
- Cinta de delimitación. Zona de trabajo.
- Albañilería (Ayudas).

#### **Escaleras de mano**

- Las escaleras de mano ofrecerán siempre las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad, y, en su caso, de aislamiento o incombustión.
- Las escaleras de mano de madera deben tener sus largueros de una sola pieza y los peldaños deben estar ensamblados a ellas y no simplemente clavados. Deben



prohibirse todas aquellas escaleras y borriquetas construídas en el tajo mediante simple clavazón.

- Las escaleras de madera no deberán pintarse, salvo con barniz transparente, en evitación de que queden ocultos sus posibles defectos.
- Las escaleras serán de madera o metal, deben tener longitud suficiente para sobrepasar en 1 m al menos la altura que salvan, y estar dotadas de dispositivos antideslizantes en su apoyo o de ganchos en el punto de desembarque.
- Deben prohibirse empalmar escaleras de mano para salvar alturas que de otra forma no alcanzarían, salvo que de Fábrica vengan dotadas de dispositivos especiales de empalme, y en este caso la longitud solapada no será nunca inferior a cinco peldaños. a menos de que estén reforzadas en su centro, quedando prohibido su uso para alturas superiores a siete metros.
- Para alturas mayores de siete metros será obligatorio el empleo de escaleras especiales susceptibles de ser fijadas sólidamente por su cabeza y su base, y para su utilización será preceptivo el cinturón de seguridad. Las escaleras de carro estarán provistas de barandillas y otros dispositivos que eviten las caídas.
- Precauciones:
  - a) Se apoyarán en superficies planas y sólidas, y en su defecto, sobre placas horizontales de suficiente resistencia y fijeza.
  - b) Estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante en su pie o de ganchos de sujeción en la parte superior.
  - c) Para el acceso a los lugares elevados sobrepasarán en un metro los puntos superiores de apoyo.
  - d) El ascenso, descenso y trabajo se hará siempre de frente a las mismas.
  - e) Cuando se apoyen en postes se emplearán abrazaderas de sujeción.
  - f) No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.
  - g) Se prohíbe sobre las mismas el transporte a brazo de pesos superiores a 25 kilogramos.
  - h) La distancia entre los pies y la vertical de su punto superior de apoyo será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.
- Las escaleras de tijeras o dobles, de peldaños, estarán provistas de cadenas o cables que impidan su abertura al ser utilizadas, y de topes en su extremo superior.
- La distancia entre los piés y la vertical de su punto superior de apoyo, será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.

#### **Manipulación de sustancias químicas**

- En los trabajos eléctricos se utilizan sustancias químicas que pueden ser perjudiciales para la salud. Encontrándose presente en productos tales, como desengrasantes, disolventes, ácidos, pegamento y pinturas; de uso corriente en estas actividades.
- Estas sustancias pueden producir diferentes efectos sobre la salud como dermatosis, quemaduras químicas, narcosis, etc.
- Cuando se utilicen se deberán tomar las siguientes medidas:



- Los recipientes que contengan estas sustancias estarán etiquetados indicando, el nombre comercial, composición, peligros derivados de su manipulación, normas de actuación (según la legislación vigente).
- Se seguirán fielmente las indicaciones del fabricante.
- No se rellenarán envases de bebidas comerciales con estos productos.
- Se utilizarán en lugares ventilados, haciendo uso de gafas panorámicas o pantalla facial, guantes resistentes a los productos y mandil igualmente resistente.
- En el caso de tenerse que utilizar en lugares cerrados o mal ventilados se utilizarán mascarillas con filtro químico adecuado a las sustancias manipuladas.
- Al hacer disoluciones con agua, se verterá el producto químico sobre el agua con objeto de que las salpicaduras estén más rebajadas.
- No se mezclarán productos de distinta naturaleza.

### **Trabajos de Soldadura Oxiacetilénica y Corte.**

- Los manómetros, válvulas reductoras, mangueras y sopletes, estarán siempre en perfectas condiciones de uso.
- No deben estar engrasados no ser limpiados o manipulados con trapos u otros elementos que contengan grasas o productos inflamables.
- Todos los sopletes estarán dotados o provistos de válvulas antiretroceso, comprobándose antes de iniciar el trabajo el buen estado de los mismos.
- Las botellas de oxígeno y acetileno, tanto llenas como vacías, deben estar siempre en posición vertical y aseguradas contra vuelcos o caídas. Se evitarán también los golpes sobre las mismas.
- Nunca se almacenarán o colocarán las borellas en proximidades de focos de calor o expuestas al sol, ni en ambientes excesivamente húmedos, o en contacto con cables eléctricos.
- Todas las botellas que no estén en uso deben tener el tapón protector roscado.
- Las botellas vacías se marcarán claramente con la palabra "VACIA", retirándose del sitio de trabajo al lugar de almacenamiento, que será claramente distinto del de las botellas llenas y separando entre sí las de los diversos gases.
- Para traslado o elevación de botellas de gas u oxígeno con equipos de izado queda prohibido el uso de eslingas sujetas directamente alrededor de las botellas. Se utilizará una jaula o cestón adecuado. No se puede izar botellas por la tapa protectora de la válvula.
- Estos trabajos de soldadura serán siempre realizados por personal que previamente haya recibido formación específica para su correcta realización.
- En general en todos los trabajos de soldadura y corte se emplearán, siempre que sea posible, los medios necesarios para efectuar la extracción localizada de los humos producidos por el trabajo. Como mínimo, se forzará mediante ventilación, el alejamiento de los humos de la zona en que se encuentra el operario.
- Las prendas de protección exigibles para todos estos trabajos de soldadura, tanto eléctrica como oxiacetilénica, serán las siguientes.
  - a) Gafas de protección contra impactos y radiaciones.
  - b) Pantallas de soldador.
  - c) Guantes de manga larga.

- d) Botas con puntera y suela protegida y de desprendimiento rápido.
- e) Polainas.
- f) Mandiles.

### **Manejo de herramientas manuales**

#### **Causas de riesgos:**

- Negligencia del operario.
- Herramientas con mangos sueltos o rajados.
- Destornilladores improvisados fabricados "sin situ" con material y procedimientos inadecuados.
- Utilización inadecuada como herramienta de golpeo sin serlo.
- Utilización de llaves, limas o destornilladores como palanca.
- Prolonar los brazos de palanca con tubos.
- Destornillador o llave inadecuada a la cabeza o tuerca, a sujetar.
- Utilización de limas sin mango.

#### **Medidas de Prevención:**

- No se llevarán las llaves y destornilladores sueltos en el bolsillo, sino en fundas adecuadas y sujetas al cinturón.
- No sujetar con la mano la pieza en la que se va a atornillar.
- No se emplearán cuchillos o medios improvisados para sacar o introducir tornillos.
- Las llaves se utilizarán limpias y sin grasa.
- No utilizar las llaves para martillar, remachar o como palanca.
- No empujar nunca una llave, sino tirar de ella.
- Emplear la llave adecuada a cada tuerca, no introduciendo nunca cuñas para ajustarla.

#### **Medidas de Protección:**

- Para el uso de llaves y destornilladores utilizar guantes de tacto.
- Para romper, golpear y arrancar rebabas de mecanizado, utilizar gafas antimpactos.

### **Manejo de herramientas punzantes**

#### **Causas de los riesgos:**

- Cabezas de cinces y punteros floreados con rebabas.
- Inadecuada fijación al astil o mango de la herramienta.
- Material de calidad deficiente.

- Uso prolongado sin adecuado mantenimiento.
- Maltrato de la herramienta.
- Utilización inadecuada por negligencia o comodidad.
- Desconocimiento o imprudencia de operario.

Medidas de Prevención:

- En cinceles y punteros comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajaduras o fisuras.
- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano.
- Para un buen funcionamiento, deberán estar bien afiladas y sin rebabas.
- No cincelar, taladrar, marcar, etc. nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se emplearán nunca los cinces y punteros para aflojar tuercas.
- El vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.
- No mover la broca, el cincel, etc. hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que puede partirse y proyectar esquirlas.
- Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tornan quebradizas y frágiles.
- En el afilado de este tipo de herramientas se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.

Medidas de Protección:

- Deben emplearse gafas antimpactos de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material puedan dañar a la vista.
- Se dispondrá de pantallas faciales protectoras abatibles, si se trabaja en la proximidad de otros operarios.
- Utilización de protectores de goma maciza para asir la herramienta y absorber el impacto fallido (protector tipo "Goma nos" o similar).

Pistola fija clavos

- Deberá de ser de seguridad ("tiro indirecto") en la que el clavo es impulsado por una buterola o empujador que desliza por el interior del cañón, que se desplaza hasta un tope de final de recorrido, gracias a la energía desprendida por el fulminante. Las pistolas de "Tiro directo", tienen el mismo peligro que un arma de fuego.
- El operario que la utilice, debe estar habilitado para ello por su Mando Intermedio en función de su destreza demostrada en el manejo de dicha herramienta en condiciones de seguridad.
- El operario estará siempre detrás de la pistola y utilizará gafas antimpactos.

- Nunca se desmontarán los elementos de protección que traiga la pistola.
- Al manipular la pistola, cargarla, limpiarla, etc., el cañón deberá apuntar siempre oblicuamente al suelo.
- No se debe clavar sobre tabiques de ladrillo hueco, ni junto a aristas de pilares.
- Se elegirá siempre el tipo de fulminante que corresponda al material sobre el que se tenga que clavar.
- La posición, plataforma de trabajo e inclinación del operario deben garantizar plena estabilidad al retroceso del tiro.
- La pistola debe transportarse siempre descargada y aún así, el cañón no debe apuntar a nadie del entorno.

### **Manejo de herramientas de percusión**

#### **Causas de los riesgos:**

- Mangos inseguros, rajados o ásperos.
- Rebabas en aristas de cabeza.
- Uso inadecuado de la herramienta.

#### **Medidas de Prevención:**

- Rechazar toda maceta con el mango defectuoso.
- No tratar de arreglar un mango rajado.
- La maceta se usará exclusivamente para golpear y siempre con la cabeza.
- Las aristas de la cabeza han de ser ligeramente romas.

#### **Medidas de Protección:**

- Empleo de prendas de protección adecuadas, especialmente gafas de seguridad o pantallas faciales de rejilla metálica o policarbonato.
- Las pantallas faciales serán preceptivas si en las inmediaciones se encuentran otros operarios trabajando.

### **Manejo de cargas sin medios mecánicos**

Para el izado manual de cargas es obligatorio seguir los siguientes pasos:

- Acercarse lo más posible a la carga.
- Asentar los pies firmemente.
- Agacharse doblando las rodillas.

- Mantener la espalda derecha.
- Agarrar el objeto firmemente.
- El esfuerzo de levantar lo deben realizar los músculos de las piernas.
- Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo.

Para el manejo de piezas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

- Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.
- Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.
- Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.
- Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.
- Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.
- Se prohíbe levantar más de 25 kg por una sola persona, si se rebasa este peso, solicitar ayuda a un compañero.
- Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.

Para descargar materiales es obligatorio tomar las siguientes precauciones:

- Empezar por la carga o material que aparece más superficialmente, es decir el primero y más accesible.
- Entregar el material, no tirarlo.
- Colocar el material ordenado y en caso de apilado estratificado, que este se realice en pilas estables, lejos de pasillos o lugares donde pueda recibir golpes o desmoronarse.
- Utilizar guantes de trabajo y botas de seguridad con puntera metálica y plantilla metálicas.
- En el manejo de cargas largas entre dos o más personas, la carga puede mantenerse en la mano, con el brazo estirado a lo largo del cuerpo, o bien sobre el hombro.
- Se utilizarán las herramientas y medios auxiliares adecuados para el transporte de cada tipo de material.
- En las operaciones de carga y descarga, se prohíbe colocarse entre la parte posterior de un camión y una plataforma, poste, pilar o estructura vertical fija.
- Si en la descarga se utilizan herramientas como brazos de palanca, uñas, patas de cabra o similar, ponerse de tal forma que no se venga carga encima y que no se resbale.

### **Máquinas eléctricas portátiles**



De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las máquinas eléctricas portátiles son las siguientes:

- Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes o cualquier otro defecto.
- Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.
- Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.
- Al terminar se dejará la máquina limpia y desconectada de la corriente.
- Cuando se empleen en emplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24 v. como máximo o mediante transformadores separadores de circuitos.
- El operario debe estar adiestrado en el uso, y conocer las presentes normas.

#### Taladro:

- Utilizar gafas antipacto o pantalla facial.
- La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.
- En el caso de que el material a taladrar se desmenuzara n polvo finos utilizar mascarilla con filtro mecánico (puede utilizarse las mascarillas de celulosa desechables).
- Para fijar la broca al portabrocas utilizar la llave específica para tal uso.
- No frenar el taladro con la mano.
- No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento.
- No inclinar la broca en el taladro con objeto de agrandar el agujero, se debe emplear la broca apropiada a cada trabajo.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta ésta estará apoyada y sujeta.
- Al terminar el trabajo retirar la broca de la máquina.

#### Esmeriladora circular:

- El operario se equipará con gafas anti-impacto, protección auditiva y guantes de seguridad.
- Se seleccionará el disco adecuado al trabajo a realizar, al material y a la máquina.
- Se comprobará que la protección del disco está sólidamente fijada, desechándose cualquier máquina que carezca de él.
- Comprobar que la velocidad de trabajo de la máquina no supera, la velocidad máxima de trabajo del disco. Habitualmente viene expresado en m/s o r.p.m. para su conversión se aplicará la fórmula:

$$m/s = (r.p.m. \times 3,14 \times \varnothing) / 60$$

Siendo  $\varnothing$  = diámetro del disco en metros.

- Se fijarán los discos utilizando la llave específica para tal uso.
- Se comprobará que el disco gira en el sentido correcto.
- Si se trabaja en proximidad a otros operarios se dispondrán pantallas, mamparas o lonas que impidan la proyección de partículas.
- No se soltará la máquina mientras siga en movimiento el disco.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta ésta estará apoyada y sujeta.

### Grúas

Los elementos de las grúas se constituirán y montarán con los factores de seguridad siguientes, para su carga máxima nominal:

- Tres, para ganchos empleados en los aparatos accionados a mano.
- Cuatro, para ganchos en los accionados con fuerza motriz.
- Cinco, para aquellos que se empleen en izado o transporte de materiales peligrosos.
- Cuatro para los miembros estructurales.
- Seis, para los cables izadores.
- Ocho, para los mecanismos y ejes de izar.

Todas ellas se ajustarán a las siguientes:

- Estarán provistos de lastres o contrapesos en proporción a la carga a soportar.
- Se asegurará previamente la solidez y firmeza del suelo.
- Las grúas montadas en el exterior deberán ser instaladas teniendo en cuenta los factores de presión del viento.
- Para velocidades superiores a 80 Kilómetros - Hora se dispondrán de medidas especiales mediante anclaje, macizos de hormigón o mediante tirantes metálicos.
- Las grúas móviles estarán dotadas de topes o ménsulas de seguridad.
- Las cabinas se instalarán de modo que el maquinista tenga durante toda la operación el mayor campo de visibilidad posible. Las cabinas de grúas situadas a la intemperie serán cerradas y provistas de ventanas en todos sus lados.
- Tanto los puentes grúa como las grúas de botonera serán manejadas únicamente por personal que haya recibido formación específica para estos trabajos. Queda terminantemente prohibido el empleo de las grúas por otras personas distintas de las anteriores. Serán reponsables, de los peligros y anomalías que puedan ocasionar, el operario que maneja la grúa y el mando que haya autorizado su utilización .
- Diariamente el gruista, antes de iniciar el trabajo, revisará todos los elementos propios de la grúa sometidos a esfuerzos.
- La supervisión de las cadenas, eslingas, etc. será responsabilidad del operario que efectúa el enganche de la carga.
- Cualquier anomalía que detecte el gruista en el correcto funcionamiento de la grúa será inmediatamente comunicada a su encargado, quien la transmitirá para que se efectúe la reparación.

- La carga máxima indicada en la placa que obligatoriamente debe llevar cada grúa, no debe ser sobrepasada por ningún motivo.
- Siempre que sea necesario el gruísta utilizará el cinturón de seguridad para desplazarse hasta la cabina de la grúa.
- En las operaciones que se realizan entre el gruísta y otra persona que dirige la maniobra, aquel ejecutará siempre las órdenes que éste último le indique.
- Durante el transporte de materiales con las grúas de botonera, el gruísta debe estar constantemente pendiente de la maniobra que realiza, evitando oscilaciones de la carga y advirtiendo al resto del personal que pueda encontrarse en el recorrido de la misma.
- El gruísta en ningún caso pasará la carga sobre personas. En caso necesario harías sonar el claxon o sirena para advertir del paso de la misma.
- El gruísta no levantará ni transportará cargas mal eslingadas. Comprobará el equilibrio de la carga, izandola unos centímetros sobre el nivel del suelo antes de la maniobra definitiva.
- Queda prohibido maniobrar la grúa con algún trabajador subido en la carga, excepto cuando se utilicen las plataformas habilitadas para estas situaciones.
- El izado de la carga se realizará siempre en sentido vertical, estando prohibido arrastrar la carga con los cables inclinados (en diagonal).
- En el caso de que dos grúas trabajen al mismo nivel se evitará de forma absoluta el choque entre ellas.
- La velocidad de desplazamiento de la grúa será en todo momento la adecuada para poder dominar la carga. Se evitará el frenado brusco de las grúas.
- Todos los gruístas que manejen los puentes grúa están obligados a efectuar los reconocimientos médicos periódicos o especiales establecidos por la empresa.
- Al finalizar el trabajo y antes de abandonar la cabina, el gruísta comprobará que ha efectuado las siguientes operaciones:
  - a) Desconectar o parar la grúa.
  - b) No dejar ninguna carga suspendida.
  - c) Estacionar la grúa en sitio adecuado.
- Las protecciones personales que deben emplearse para realizar determinadas fases de estos trabajo, con los riesgos específicos que se pretende combatir, serán los siguientes:
  - Casco protector de la cabeza de seguridad.
  - Botas seguridad con puntera reforzada.
  - Guantes de protección.
  - Ropa adecuada de trabajo (no debe ser excesivamente holgada).
  - Cinturón de seguridad.

### **Cabrestante.**

La fijación del cabrestante se efectuará a elementos no dañados del forjado, empleando tres puntos de anclaje que abarque tres viguetas cada uno.

El sistema de contrapesos está totalmente prohibido, como sistema de lastrado del cabrestante.

Se dispondrá una barandilla delantera de manera que el maquinista se encuentre protegido. La altura de esta barandilla será de 0.90 m. de una resistencia de 150 kg por metro lineal.

El cable de alimentación desde cuadro secundario, estará en perfecto estado de conservación.

Es necesaria una eficaz toma de tierra y un disyuntor diferencial para eliminar el riesgo de electrocución.

Los mecanismos estarán protegido mediante las tapas que el aparato trae de fábrica, como mejor modo de evitar atrapamiento o desgarros.

La carga admisible deberá figurar en lugar bien visible de la máquina.

El cable irá provisto de un limitador de altura poco antes del gancho. Este limitador pulsará un interruptor que parará la elevación antes de que el gancho llegue a golpear la pluma del cabrestante y produzca la caída de la carga izada. Se impedirá que el maquinista utilice este limitador como forma asidua de parar, porque podría quedar inutilizado, pudiendo llegar a producirse un accidente en cualquier momento.

El gancho irá provisto de aldaba de seguridad, para evitar que se desprendan las cargas en una mala maniobra. Este gancho se revisará cada día, antes de comenzar el trabajo.

El lazo del cable para fijación del gancho de elevación, se fijará por medio de tres perrillo o bridas espaciadas aproximadamente 8 cm. entre si, colocándose la palanca de ajuste y las tuercas del lado del cable sometido a tracción.

Se revisará diariamente el estado del cable, detectando deshilachados, roturas o cualquier otro desperfecto que impida el uso de estos cables con entera garantía así como las eslingas.

El maquinista se situará de forma que en todo momento vea la carga a lo largo de su trayectoria. De no poder verla, se utilizará además un señalista.

El maquinista utilizará en todo momento el cinturón de seguridad, con la longitud necesaria para un correcto desempeño de sus labores, pero sin que pueda verse amenazada su seguridad.

El lugar de enganche del cinturón será un punto fijo de edificio que tenga suficiente resistencia, nunca el maquinillo, pues en caso de caerse éste arrastraría consigo al maquinista.

El operario que recoge la carga, deberá también hacer uso del cinturón de seguridad.

El operario que engancha la carga deberá asegurarse de que ésta queda correctamente colocada, sin que pueda dar lugar a basculamiento.

Estará prohibido arrastrar cargas por el suelo; hacer tracción oblicua de las mismas; dejar cargas suspendidas con la máquina parada o intentar elevar cargas sujetas al suelo o a algún otro punto.

Estará prohibido circular o situarse bajo la carga suspendida.

Para la elevación de las cargas se utilizarán recipientes adecuados.

Nunca se empleará la carretilla común, pues existe grave peligro de desprendimiento o vuelco del material transportado si sus brazos golpean con los forjados.

Al término de la jornada de trabajo, se pondrán los mandos a cero, no se dejarán cargas suspendidas y se desconectará la corriente eléctrica en el cuadro secundario.

### **Medios de Protección Personal.**

Casco homologado con barbuquejo, marcado CE.



Protectores antiruido clase C.

Gafas antiimpacto homologadas clase D.

Gafas panorámicas homologadas.

Gafas tipo cazoleta.

Guantes "tipo americano", de piel flor y lona, de uso general.

Guantes de precisión en piel curtido al cromo.

Botas de seguridad Clase II.

Cinturón de seguridad anticaídas con arnes clase C y dispositivos de anclaje y retención.

Ropa de trabajo cubriendo la totalidad de cuerpo y que como norma general cumplirá los requisitos mínimos siguientes:

- Será de tejido ligero y flexible, que permita una fácil limpieza y desinfección. Se ajustará bien al cuerpo sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos. Se eliminará en todo lo posible, los elementos adicionales como cordones, botones, partes vueltas hacia arriba, a fin de evitar que se acumule la suciedad y el peligro de enganches.
- Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que conlleven un riesgo de proyección de partículas, se establecerá la obligatoriedad de uso de gafas de seguridad, con cristales incoloros, templados, curvados y ópticamente neutros, montura resistente, puente universal y protecciones laterales de plástico perforado. En los casos precisos, estos cristales serán graduados y protegidos por otros superpuestos y homologados según norma MT o reconocido en la CEE.
- En los trabajos de desbarbado de piezas metálicas, se utilizarán las gafas herméticas tipo cazoleta, ajustables mediante banda elástica, por ser las únicas que garantizan la protección ocular contra partículas rebotadas.
- En todos aquellos trabajos que se desarrollen en entornos con niveles de ruidos superiores a los permitidos en la normativa vigente, se deberán utilizar protectores auditivos homologados según Norma Técnica MT - 2 de BOE nº 209 de 1/12/75.
- La totalidad del personal que desarrolle trabajos en el interior de la obra, utilizará cascos protectores que cumplan las especificaciones indicadas en la Norma Técnica MT-1 de Cascos de Seguridad no metálicos, (BOE nº 312 de 30/12/74).
- Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que se desarrollen en ambientes de humos de soldadura, se facilitará a los operarios mascarillas respiratorias buconasales con filtro mecánico y de carbono activo contra humos metálicos.
- El personal utilizará durante el desarrollo de sus trabajos, guantes de protección adecuados a las operaciones que realicen.
- Como medida preventiva frente al riesgo de golpes en extremidades inferiores, se dotará al personal de adecuadas botas de seguridad Clase II homologada según norma técnica MT-5.
- Todos los operarios utilizarán cinturón de seguridad dotado de arnés, anclado a un punto fijo, en aquellas operaciones que se tengan que realizar en altura y por el proceso productivo no puedan ser protegidos los trabajadores mediante el empleo de elementos de protección colectiva.

### **Montacargas**

VISADO TF29299/00  
FECHA 05-04-2019  
Pag. 72 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



La instalación eléctrica estará protegida con disyuntor diferencial de 300 mA y toma de tierra adecuada de las masas metálicas.

El castillete estará bien cimentado sobre base de hormigón, no presentará desplomes, la estructura será indeformable y resistente y estará perfectamente anclado al edificio para evitar el vuelco y a distancias inferiores a la de pandeo.

El cable estará sujeto con gazas realizadas con un mínimo de tres grapas correctamente colocadas y no presentará un deshilachado mayor del 10% de hilos.

Todo el castillete estará protegido y vallado para evitar el paso o la presencia del personal bajo la vertical de carga.

Existirá de forma bien visible el cartel "Prohibido el uso por personas" en todos los accesos.

Se extraerán los carros sin pisar la plataforma.

En todos los accesos se indicará la carga máxima en Kg.

Todas las zonas de embarco y desembarco cubiertas por los montacargas, deberán protegerse con barandillas dotadas de enclavamiento electromecánico, y dispondrán de barandilla vasculante.

Todos los elementos mecánicos agresivos como engranajes, poleas, cables, tambores de enrollamiento, etc. deberán tener una carcasa de protección eficaz que eviten el riesgo de atrapamiento.

Es necesario que todas las cargas que se embarquen vayan en carros con el fin de extraerlas en las plantas sin acceder a la plataforma.

### **Andamios de Borriqueta**

Previamente a su montaje se habrá de examinar en obra que todos los elementos de los andamios no tengan defectos apreciables a simple vista, y después de su montaje se comprobará que su coeficiente de seguridad sea igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea, y estará autorizado para ello por el responsable técnico de la ejecución material de la obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.

No se permitirá, bajo ningún concepto, la instalación de este tipo de andamios, de forma que queden superpuestos en doble hilera o sobre andamio tubular con ruedas.

Se asentarán sobre bases firmes niveladas y arriostradas, en previsión de empujes laterales, y su altura no rebasará sin arriostrar los 3 m., y entre 3 y 6 m. se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m. de altura, están protegidas con barandillas de 1 m. de altura, equipadas con listones intermedios y rodapiés de 20 cm. de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de 150 kg/ml.

No se depositarán cargas sobre las plataformas de los andamios de borriquetas, salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

Debe quedar un paso mínimo de 0,40 m. libre de todo obstáculo.

El peso sobre la plataforma no superará a la prevista por el fabricante, y deberá repartirse uniformemente para no provocar desequilibrio.

Tanto en su montaje como durante su utilización normal, estarán alejadas más de 5 m. de la línea de alta tensión más próxima, o 3 m. en baja tensión.

Características de la tablas o tablonos que constituyen las plataformas:

- Madera de buena calidad, sin grietas ni nudos. Será de elección preferente el abeto sobre el pino.
- Escuadra de espesor uniforme y no inferior a 2,4x15 cm.
- No pueden montar entre sí formando escalones.
- No pueden volar más de cuatro veces su propio espesor, máximo 0,20 cm.
- Estarán sujetos por lias a las borriquetas.
- Estará prohibido el uso de ésta clase de andamios cuando la superficie de trabajo se encuentre a más de 6 m. de altura del punto de apoyo en el suelo de la borriqueta.
- A partir de 2 m. de altura habrá que instalar barandilla perimetral o completa, o en su defecto, será obligatorio el empleo de cinturón de seguridad de sujeción, para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche, preferentemente sirgas de cable acero tensas.

### **Andamios de estructura tubular**

Se comprobará especialmente que los módulos de base queden perfectamente nivelados, tanto en sentido transversal como longitudinal. El apoyo de las bases de los montantes se realizará sobre durmientes de tablonos, carriles (perfiles "U") u otro procedimiento que reparta uniformemente la carga del andamio sobre el suelo.

Durante el montaje se comprobará que todos los elementos verticales y horizontales del andamio estén unidos entre sí y arriostrados con las diagonales correspondientes.

Los andamios tubulares deben tener una plataforma de trabajo de 80 cm de ancho como mínimo, y de paso de 60 cm. como mínimo. Deben estar provistos de una barandilla exterior de 1 m de altura, con listón intermedio y rodapié. Los tablonos que formen la plataforma de trabajo deben estar sujetos a los perfiles tubulares del andamio mediante abrazaderas o piezas similares adecuadas, que impidan el basculamiento y hagan la sujeción segura.

Para mejorar el reparto de cargas y la estabilidad del andamio, se deben utilizar siempre las placas de arranque. No se deben apoyar nunca los tubos directamente sobre el suelo.

Bajo las plataformas de trabajo se señalará o balizará adecuadamente la zona prevista prevista de caída de materiales u objetos.

No se permitirá trabajar en los andamios sobre ruedas, sin la previa inmovilización de los mismos, ni desplazarlos con persona alguna o material sobre la plataforma de trabajo.

El espacio horizontal entre un paramento vertical y la plataforma de trabajo, no podrá ser superior a 0,30 m., distancia que se asegurará mediante el anclaje adecuado de la plataforma de trabajo al paramento vertical.

Se inspeccionará semanalmente el conjunto de los elementos que componen el andamio, así como después de un período de mal tiempo, heladas o interrupción importante de los trabajos.

### Protecciones y resguardos de máquinas.

Toda maquinaria utilizada durante la fase de la obra dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso.

Las operaciones de conservación, mantenimiento, reparación, engrasado y limpieza se efectuarán durante la detención de los motores, transmisiones y máquinas, salvo en sus partes totalmente protegidas.

Toda máquina averiada o cuyo funcionamiento sea irregular será señalizada con la prohibición de su manejo a trabajadores no encargados de su reparación.

Para evitar su involuntaria puesta en marcha, se bloquearán los arrancadores de los motores eléctricos o se retirarán los fusibles de la máquina averiada y, si ello no es posible, se colocará en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo, que será retirado solamente por la persona que lo colocó.

Para evitar los peligros que puedan causar al trabajador los elementos mecánicos agresivos de las máquinas por acción atrapante, cortante, lacerante, punzante, prensante, abrasiva o proyectiva, se instalarán las protecciones más adecuadas al riesgo específico de cada máquina.

Las operaciones de entretenimiento, reparación, engrasado y limpieza se efectuarán durante la detención de los motores, transmisiones y máquinas, salvo en sus partes totalmente protegidas.

### Señalización

En el REAL DECRETO 485/1997 de 14 de abril de 1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas para la señalización de seguridad en el trabajo.

#### **Señales de seguridad de mayor uso en obras:**

- **Prohibido pasar a los peatones.** Por donde no queremos que circule la gente ó instalaciones que necesiten autorización de paso.
- **Protección obligatoria de la cabeza.** Donde exista posibilidad de caída de objetos y/o golpes contra instalaciones fijas a la altura de la cabeza. De uso obligatorio en toda la obra.
- **Protección obligatoria de los pies.** En trabajos con posibilidad de caída de objetos pesados o pinchazos. En trabajos eléctricos serán aislantes.
- **Protección obligatoria de las manos.** En trabajos con riesgo de cortes, abrasión, temperatura excesiva o productos químicos.
- **Riesgo eléctrico.** En los accesos a instalaciones eléctricas y sobre cuadros de maniobra y mando, así como en las zonas de las máquinas donde exista riesgo eléctrico.

### Cinta de delimitación de zona de paso

La introducción en el tajo de personas ajenas a la actividad representa un riesgo que al no poder eliminarse debe señalizar mediante cintas en color rojo o con bandas alternadas verticales en colores rojo y blanco que delimiten la zona de trabajo.

### **Albañilería (Ayudas).**

Los riesgos detectados son los siguientes:

- a) Caída de personas al vacío.
- b) Caída de personas al mismo nivel.
- c) Caída de personas a distinto nivel.
- d) Caída de objetos sobre personas.
- e) Golpes por objetos.
- f) Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales.
- g) Dermatitis de contacto con el cemento.
- h) Partículas en los ojos.
- i) Cortes por utilización de máquinas-herramientas.
- j) Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos. (cortanto, ladrillos etc.)
- k) Sobreesfuerzos.
- l) Electrocución.
- m) Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.
- n) Los derivados del uso de medios auxiliares.
- o) Otros.

### **Medidas a tomar para evitarlos:**

- Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos para prevención de caídas.
- La forma de protegerlos será mediante una serie de tablas dispuestas horizontalmente a modo de barandillas o mediante una red vertical.
- En los huecos pequeños, se procederá a cubrición resistente convenientemente fijada, para evitar desplazamiento accidental de la misma.
- Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas.
- Los huecos permanecerán constantemente protegidos con las protecciones instaladas en la fase de estructura, respondiéndose las protecciones deterioradas.
- Se peldañearán las rampas de escaleras de forma provisional con peldaños de dimensiones:

Anchura: mínima 1 m.

Huella: mayor de 23 cm.

Contrahuella: menor de 20 cm.

- Las rampas de las escaleras se protegerán en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm., de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.



- Se establecerán cables de seguridad amarrados entre los pilares (u otro sólido elemento estructural) en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad durante las operaciones de replanteo e instalación de miras.
- Se instalarán en las zonas con peligro de caídas desde altura, señales de "peligro de caída desde altura" y de "obligatorio utilizar el cinturón de seguridad".
- Se garantizará la iluminación suficiente en las diferentes zonas de trabajo. De utilizarse portátil estarán alimentados a 24 voltios, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las zonas de trabajo serán limpiadas de escombros regularmente y como mínimo una vez al día, para evitar las acumulaciones innecesarias.
- A las zonas de trabajo se accederá de forma segura, mediante pasarelas diseñadas a tal fin.
- Las cargas suspendidas dispondrán de sistema antibalanceo, en prevención del riesgo de caídas al vacío.
- El material cerámico se izará a las plantas sin romper los flejes con las que lo suministre el fabricante, para evitar los riesgos por derrame de la carga.
- Los bloques sueltos se izarán apilados ordenadamente en el interior de plataformas de izar emplintadas, vigilando que no puedan caer piezas por desplome durante el transporte.
- Los materiales paletizados transportados con grúa, se gobernarán mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación. Nunca directamente con las manos, en prevención de golpes, atrapamientos o caídas al vacío por péndulo de la carga.
- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontará únicamente en el tramo necesario para introducir la carga en un determinado lugar reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de cargas.
- El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencias y siempre en superficies planas.
- Se instalarán cables de seguridad en torno de los pilares próximos a la fachada para anclar en ellos los mosquetones de los cinturones de seguridad durante las operaciones de ayuda a la descarga de materiales en las plantas.
- Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.
- Los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se polearán a una plataforma de elevación emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.
- No se lanzarán cascotes directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.
- No se trabajará junto a los paramentos recién levantados antes de transcurridos 48 horas, si existe un régimen de vientos fuertes incidiendo sobre ellos.
- Se instalarán redes o protección sólida contra posibles caídas al vacío formada por pies derechos y travesaños sólidos horizontales, en balcones, terrazas y bordes de forjados, antes del uso de andamios de borriqueta.
- La construcción se realizará desde el interior de cada planta, utilizando para acceder a los lugares más altos utilizaremos plataformas de trabajo protegidas en todo su contorno por barandillas y rodapiés.

### **Prendas de protección personal.**

A cada trabajador de la obra se le suministrará las siguientes prendas de protección para que las usen según los trabajos que vaya a realizar.



- Casco de Polietileno.
- Guantes de P.V.C. o de goma.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Cinturón de seguridad adecuado al trabajo a realizar.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso.

#### **8.- REVISIONES Y/O MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Las herramientas, máquinas herramientas y medios auxiliares deben disponer del sello "Seguridad Comprobada" (GS), certificado de AENOR u otro organismo equivalente de carácter internacional reconocido, o como mínimo un certificado del fabricante o importador, responsabilizándose de la calidad e idoneidad preventiva de los equipos y herramientas destinadas para su utilización en la excavación objeto de este Proceso Operativo de Seguridad.

La empresa contratista deberá demostrar que dispone de un programa de mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y reposición, de las máquinas, las máquinas herramientas y medios auxiliares que utilizará en la obra, mediante el cual se minimice el riesgo de fallo en los citados equipos y especialmente en lo referido a andamios, maquinaria de elevación y maquinaria de corte.

Diariamente se revisará el estado y estabilidad de los andamios.

También diariamente se revisará y actualizará las señales de seguridad, balizas, vallas, barandillas y tapas.

Periódicamente se revisará la instalación eléctrica provisional de obra, por parte de un electricista, corrigiéndose los defectos de aislamiento y comprobándose las protecciones diferenciales, magnetotérmicas y toma de tierra.

En las máquinas eléctricas portátiles, el usuario revisará diariamente los cables de alimentación y conexiones; así como el correcto funcionamiento de sus protecciones.

Las herramientas manuales serán revisadas diariamente por su usuario, reparándose o sustituyéndose según proceda, cuando su estado denote un mal funcionamiento o represente un peligro para su usuario. (Ejmp: mangos agrietados o astillados).

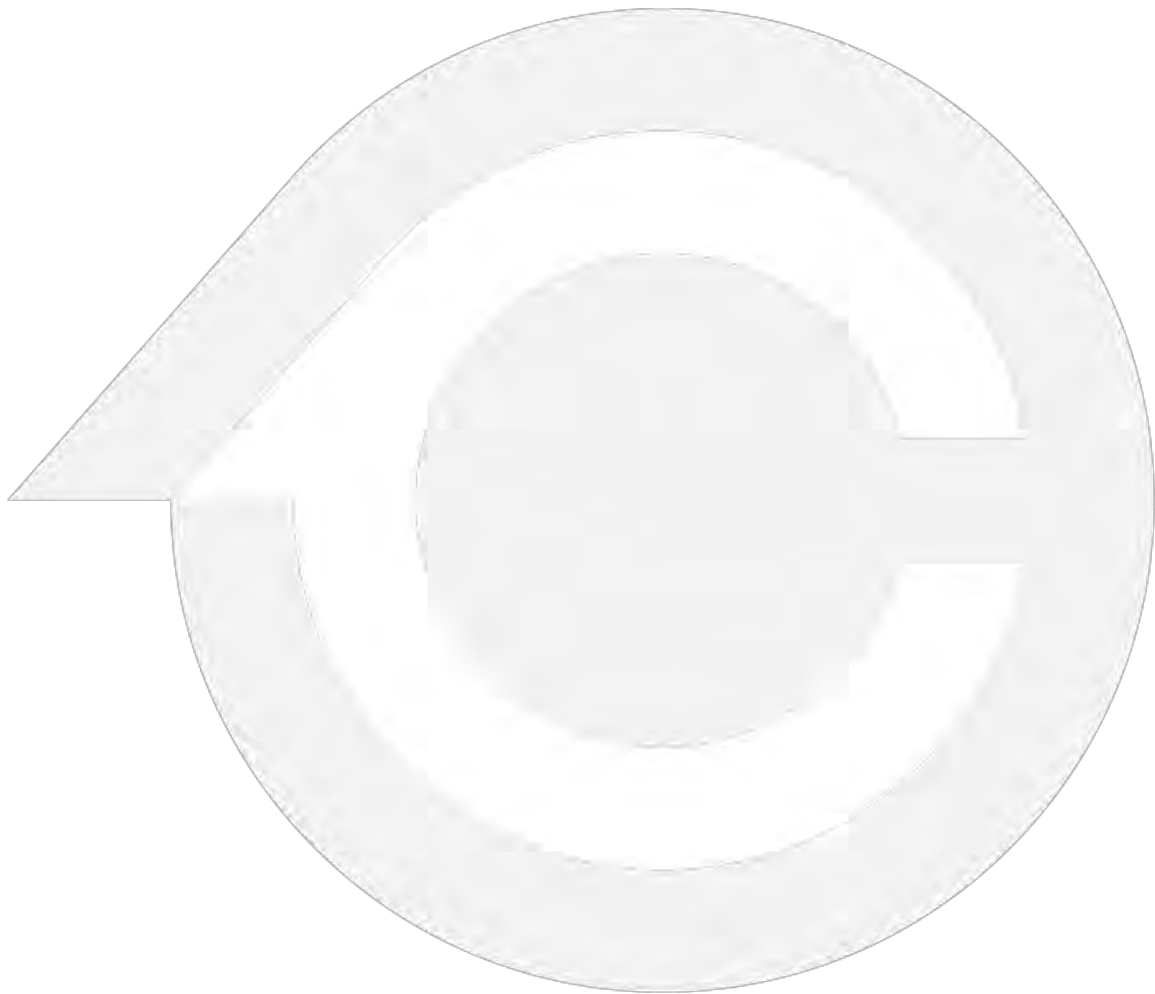
Los accesos a la obra se mantendrán en buenas condiciones de visibilidad y en los casos que se considere oportuno, se regarán las superficies de tránsito para eliminar los ambientes pulverulentos.

Efectuar al menos trimestralmente una revisión a fondo de los elementos de los aparatos de elevación, prestando especial atención a cables, frenos, contactos eléctricos y sistemas de mando. En general se estará a lo especificado en el R.D. 474/1988 Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM.

Se revisará periódicamente el estado de los cables y ganchos utilizados para el transporte de carga.

VISADO TF29299/00  
FECHA 05-04-2019  
Pag. 79 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



Santa Cruz de Tenerife, noviembre de 2018

José Julio Brossa Gutiérrez

Ingeniero Industrial

Colegiado nº 203







# PLIEGO DE CONDICIONES





Las siguientes condiciones deben ser tenidas en cuenta tanto en la fabricación como en la puesta en marcha del contenedor para la planta compacta de GNL.

## 1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES

Para la fabricación de la planta serán utilizados los siguientes materiales:

- Acero inoxidable para recipiente o tuberías en contacto directo con el gas natural licuado.
- Acero carbono para gas natural a temperatura ambiente.
- Bronce o acero inoxidable para válvulas criogénicas.

## 2.- NORMAS DE EJECUCIÓN

Las normas citadas a continuación, hacen referencia únicamente al montaje de las tuberías para la interconexión de equipos de planta, por las que circulará el Gas Natural, ya sea en estado líquido o gaseoso.

### 2.1.-UNIONES SOLDADAS

Previamente a la ejecución de las soldaduras, se deberán presentar los procedimientos de soldadura (según **EN 288-3, 1992**) y las homologaciones de los soldadores (según **EN 287-1, 1992**), que apliquen en el montaje de la instalación.

Todos estos procedimientos vendrán ensayados según las especificaciones recogidas en dichas Normas y sellados por una Entidad Colaboradora de la Administración.

Preferiblemente las uniones soldadas se realizarán de la siguiente forma:

- o Para tubería de hasta un diámetro DN25, el proceso de soldadura se realizará enteramente con T.I.G.
- o Para tubería de diámetro superior a DN25, las primeras pasadas se realizarán con T.I.G. (penetración) con posteriores pasadas de electrodo (relleno).

### 2.2.-REQUERIMIENTOS DE CALIDAD

Todo el material de aportación utilizado dispondrá de su correspondiente certificado **3.1.B s/DIN 50.049** o **EN 10.204**, por lo que se llevará un registro de todos los materiales de aportación con sus respectivas coladas y certificados.

Las uniones B.W. serán radiografiadas al 100%.

Todos los cordones de soldaduras irán identificados con el correspondiente sello de cada soldador homologado que las haya realizado. En las placas radiográficas figurará la

identificación del cordón y el sello del soldador o soldadores, que hayan intervenido en su realización.

Se realizarán cupones de producción por cada procedimiento de soldadura, por si se considera necesario mandarlos a ensayar.

### 3.- PUESTA EN SERVICIO

Antes de la puesta en funcionamiento de la planta se extenderán por las Autoridades competentes las siguientes certificaciones:

- Certificado por Dirección Técnica de que la instalación se ajusta al proyecto presentado.
- Timbrado de todas las válvulas de seguridad que lleva el depósito de almacenamiento de G.N.L.
  - o Presión de timbre: 4 unidades a 800 kPa.
- Timbrado de las válvulas de seguridad montadas en la tubería del circuito GNL de baja presión, entre depósito y válvula de bloqueo.

Dichas válvulas se instalarán entre tramos de tubería que existan entre dos válvulas, permitiendo el alivio siempre que haya una sobre presión.

  - o Presión de timbre: 1000 o 1.300 kPa (según equipo o zona).
- Prueba de estanqueidad neumática para las tuberías de GNL comprendidas entre cisternas, depósito y vaporizadores, a 600 kPa.
- Prueba de estanqueidad neumática para las tuberías de GN a consumo, a 600 kPa.
- Prueba de puesta a tierra de todos los equipos y tuberías que van situados dentro del cubeto.
- Comprobación de la media de vacío en la cámara del depósito de almacenamiento G.N.L.
- Informe de calificación de las uniones soldadas.

VISADO TF29299/00  
FECHA 05-04-2019  
Pag. 84 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



# PRESUPUESTO



## Presupuesto parcial nº 1 EMPLAZAMIENTO

| Nº                                             | Ud | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Medición | Precio | Importe  |
|------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|----------|
| 1.1                                            | M  | <p>Delimitación provisional de zona de obras mediante vallado perimetral formado por vallas trasladables de 3,50x2,00 m, formadas por panel de malla electrosoldada con pliegues de refuerzo, de 200x100 mm de paso de malla, con alambres horizontales de 5 mm de diámetro y verticales de 4 mm, soldados en los extremos a postes verticales de 40 mm de diámetro, acabado galvanizado, amortizables en 5 usos y bases prefabricadas de hormigón, de 65x24x12 cm, con 8 orificios, para soporte de los postes, amortizables en 5 usos. Incluso montaje, mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y desmontaje.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente montada según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> |          |        |          |
|                                                |    | Total m .....:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 75,000   | 6,03   | 452,25   |
| 1.2                                            | Ud | <p>Barrera de seguridad rígida tipo New Jersey prefabricada de hormigón, de 2,00x0,80x0,60 m, amortizable en 20 usos. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y desmontaje.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación de las piezas. Unión de las piezas. Desmontaje posterior. Transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.</p>                                                                                                                                                                                                                                  |          |        |          |
|                                                |    | Total Ud .....:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 22,000   | 57,38  | 1.262,36 |
| Total presupuesto parcial nº 1 EMPLAZAMIENTO : |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |        | 1.714,61 |

VISADO TF29299/00  
FECHA 05-04-2019  
Pag. 87 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.



## Presupuesto parcial nº 2 PLANTA COMPACTA DE ALMACENAMIENTO

| Nº                                                                 | Ud | Descripción                                                               | Medición | Precio    | Importe   |
|--------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| 2.1                                                                | Ud | Depósito crigénico de 5m3 con aislamiento al vacío, totalmente instalado. |          |           |           |
|                                                                    |    | Total Ud .....:                                                           | 2,000    | 13.125,00 | 26.250,00 |
| 2.2                                                                | Ud | Sistema de gasificación y regulación totalmente instalado                 |          |           |           |
|                                                                    |    | Total Ud .....:                                                           | 1,000    | 5.250,00  | 5.250,00  |
| 2.3                                                                | Ud | Sistema de odorización totalmente instalado                               |          |           |           |
|                                                                    |    | Total Ud .....:                                                           | 1,000    | 5.250,00  | 5.250,00  |
| 2.4                                                                | Ud | Equipo eléctrico de control                                               |          |           |           |
|                                                                    |    | Total Ud .....:                                                           | 1,000    | 4.200,00  | 4.200,00  |
|                                                                    | Ud | Surtidor GNC/GNL con accesorios y totalmente instalado                    |          |           |           |
|                                                                    |    | Total Ud .....:                                                           | 1,000    | 5.250,00  | 5.250,00  |
| Total presupuesto parcial nº 2 PLANTA COMPACTA DE ALMACENAMIENTO : |    |                                                                           |          |           | 46.200,00 |

VISADO TF29299/00  
 FECHA 05-04-2016  
 Pag. 88 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

## Presupuesto parcial nº 3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

| Nº                                                          | Ud | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Medición | Precio | Importe |
|-------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|---------|
| 3.1                                                         | Ud | <p>Extintor con carro, de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia ABC, con 25 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso ruedas.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación del extintor.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Proyecto.</p> |          |        |         |
| Total Ud .....:                                             |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2,000    | 272,79 | 545,58  |
| 3.2                                                         | Ud | <p>Extintor portátil de nieve carbónica CO2, de eficacia 34B, con 2 kg de agente extintor, con vaso difusor. Incluso soporte y accesorios de montaje.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del soporte. Colocación del extintor.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Proyecto.</p>                   |          |        |         |
| Total Ud .....:                                             |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1,000    | 49,47  | 49,47   |
| Total presupuesto parcial nº 3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO : |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |        | 595,05  |

VISADO TF29299/00  
 FECHA 05-04-2019  
 Pag. 89 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
 El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

Presupuesto parcial nº 4 PUESTA EN MARCHA

| Nº                                                | Ud | Descripción                        | Medición | Precio   | Importe  |
|---------------------------------------------------|----|------------------------------------|----------|----------|----------|
| 4.1                                               | Ud | Puesta en marcha de la instalación |          |          |          |
| Total Ud .....:                                   |    |                                    | 1,000    | 5.250,00 | 5.250,00 |
| Total presupuesto parcial nº 4 PUESTA EN MARCHA : |    |                                    |          |          | 5.250,00 |

VISADO TF29299/00  
FECHA 05-04-2019  
Pag. 90 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

## Presupuesto de ejecución material

|                                            |                  |
|--------------------------------------------|------------------|
| <b>1 EMPLAZAMIENTO</b>                     | <b>1.714,61</b>  |
| <b>2 PLANTA COMPACTA DE ALMACENAMIENTO</b> | <b>46.200,00</b> |
| <b>3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO</b>        | <b>595,05</b>    |
| <b>4 PUESTA EN MARCHA</b>                  | <b>5.250,00</b>  |
| <b>Total .....:</b>                        | <b>53.759,66</b> |

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CINCUENTA Y TRES MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

VISADO TF29299/00  
FECHA 05-04-2019  
Pag. 91 de 99

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE  
El objeto del visado: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.





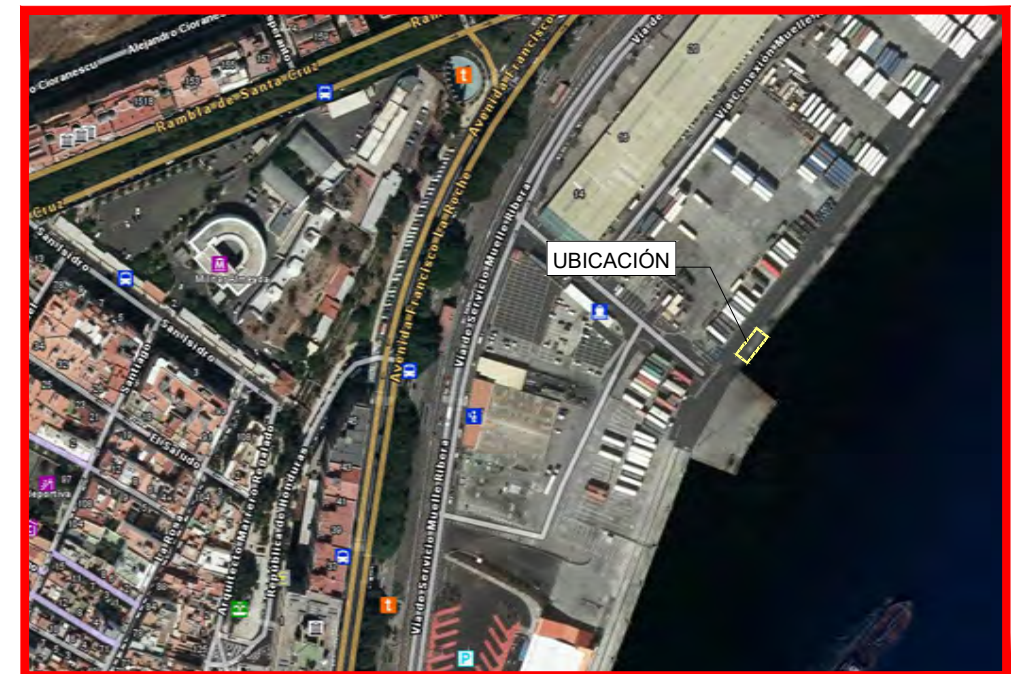
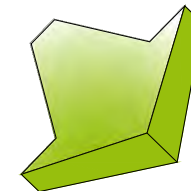
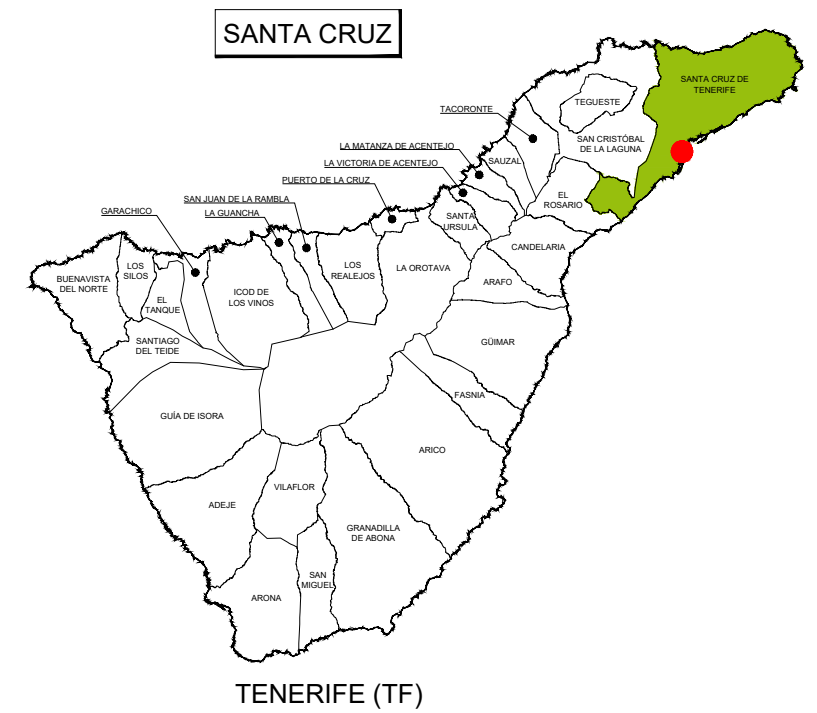
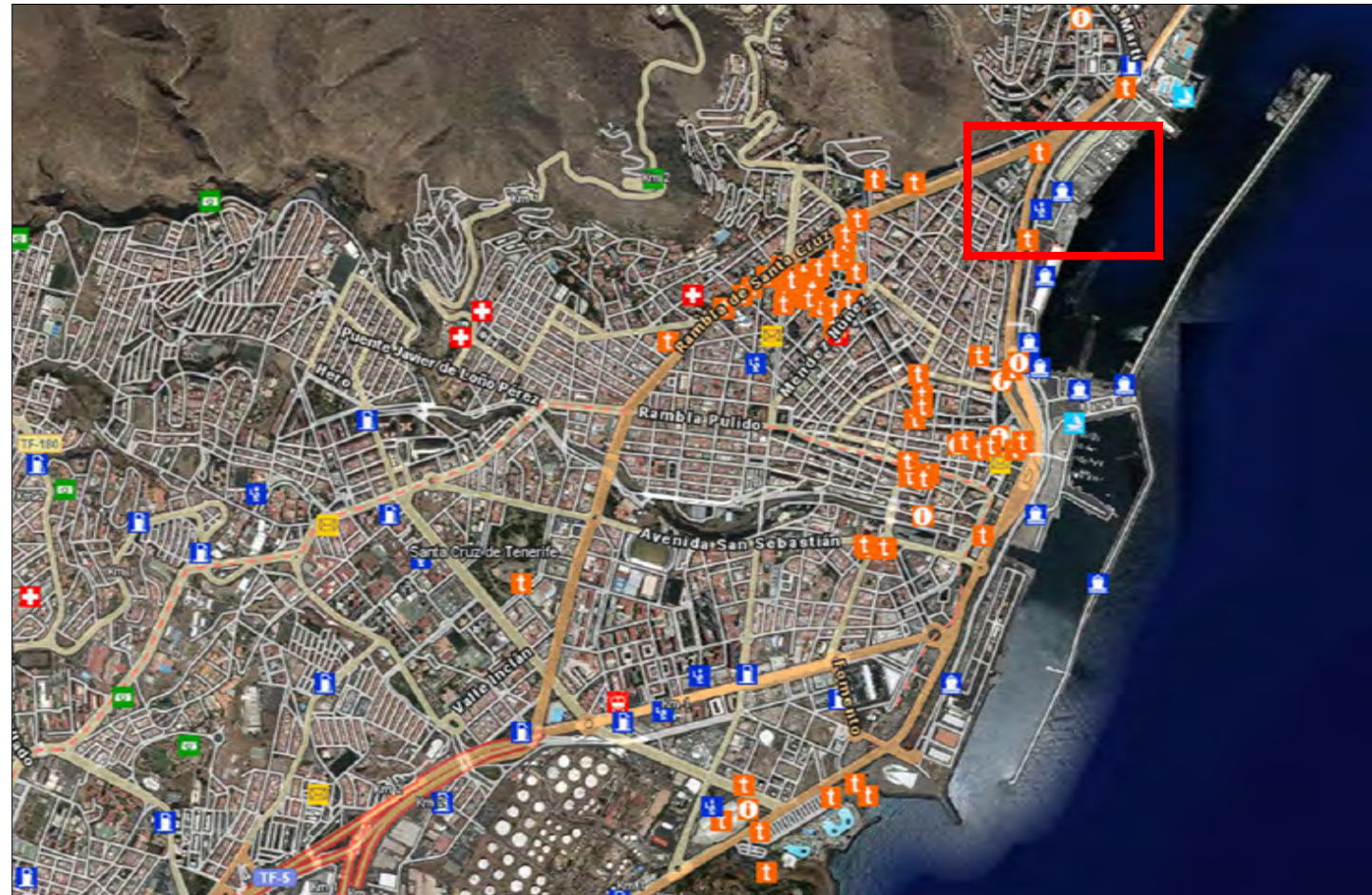


# PLANOS

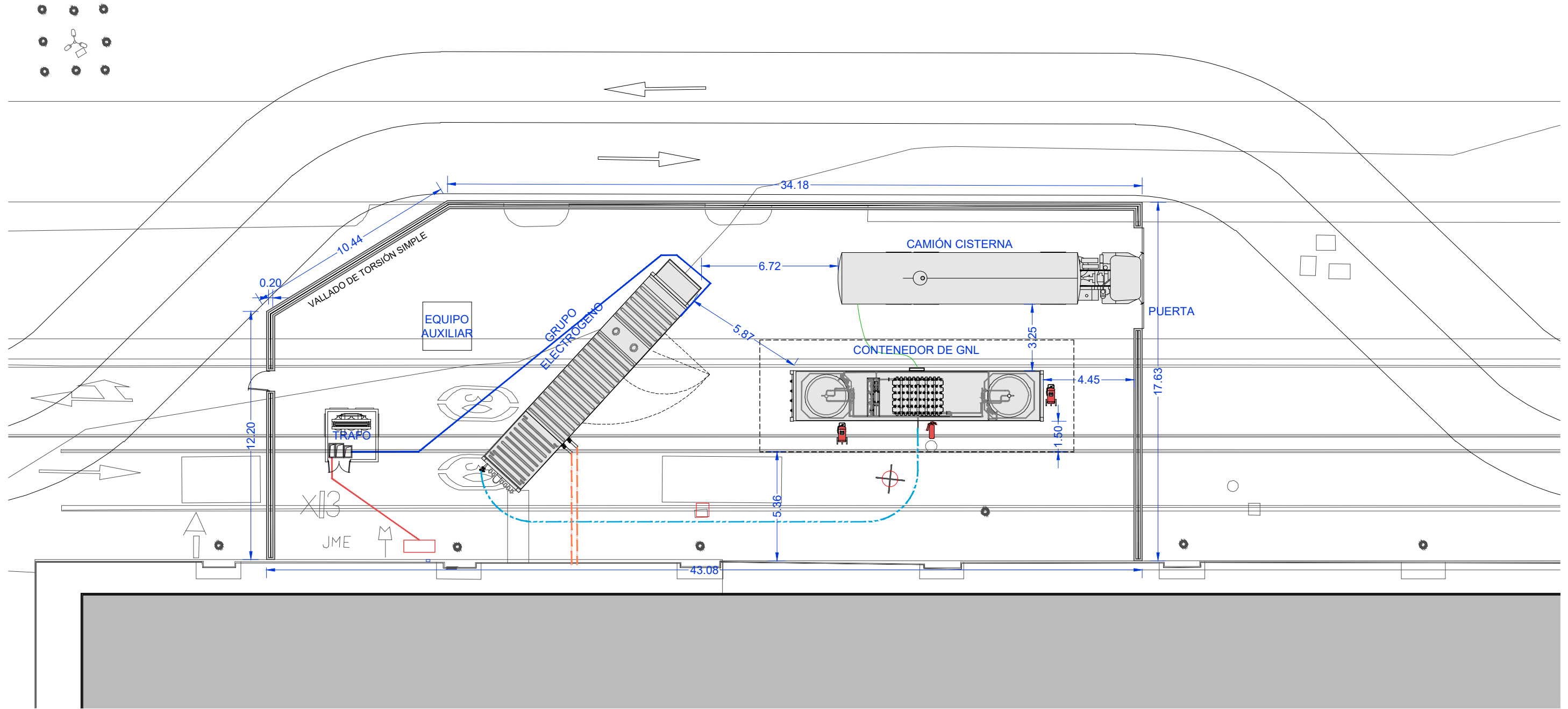




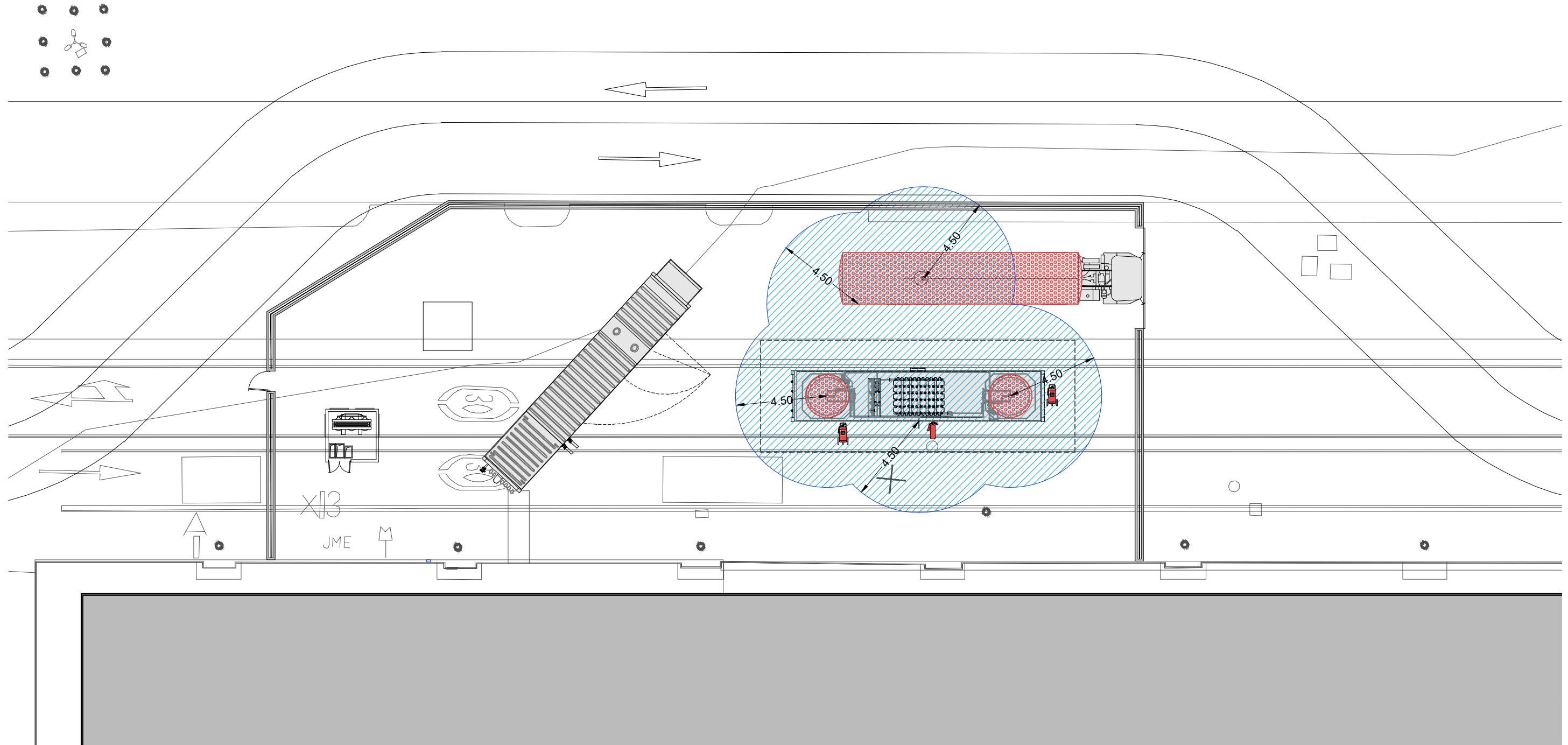
**SITUACIÓN**  
TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ  
SANTA CRUZ DE TENERIFE







| LEYENDA |                          |
|---------|--------------------------|
|         | Línea de MT              |
|         | Línea de BT              |
|         | Manguera flexible DN 50  |
|         | Manguera flexible DN 40  |
|         | Tuberías de agua salada  |
|         | Extintor CO <sub>2</sub> |
|         | Extintor de carro 25kg   |



| LEYENDA ZONAS ATEX (GASES) |        |
|----------------------------|--------|
|                            | Zona 0 |
|                            | Zona 2 |

PENSAMOS, LUEGO CREAMOS



PLANO:

ZONAS ATEX

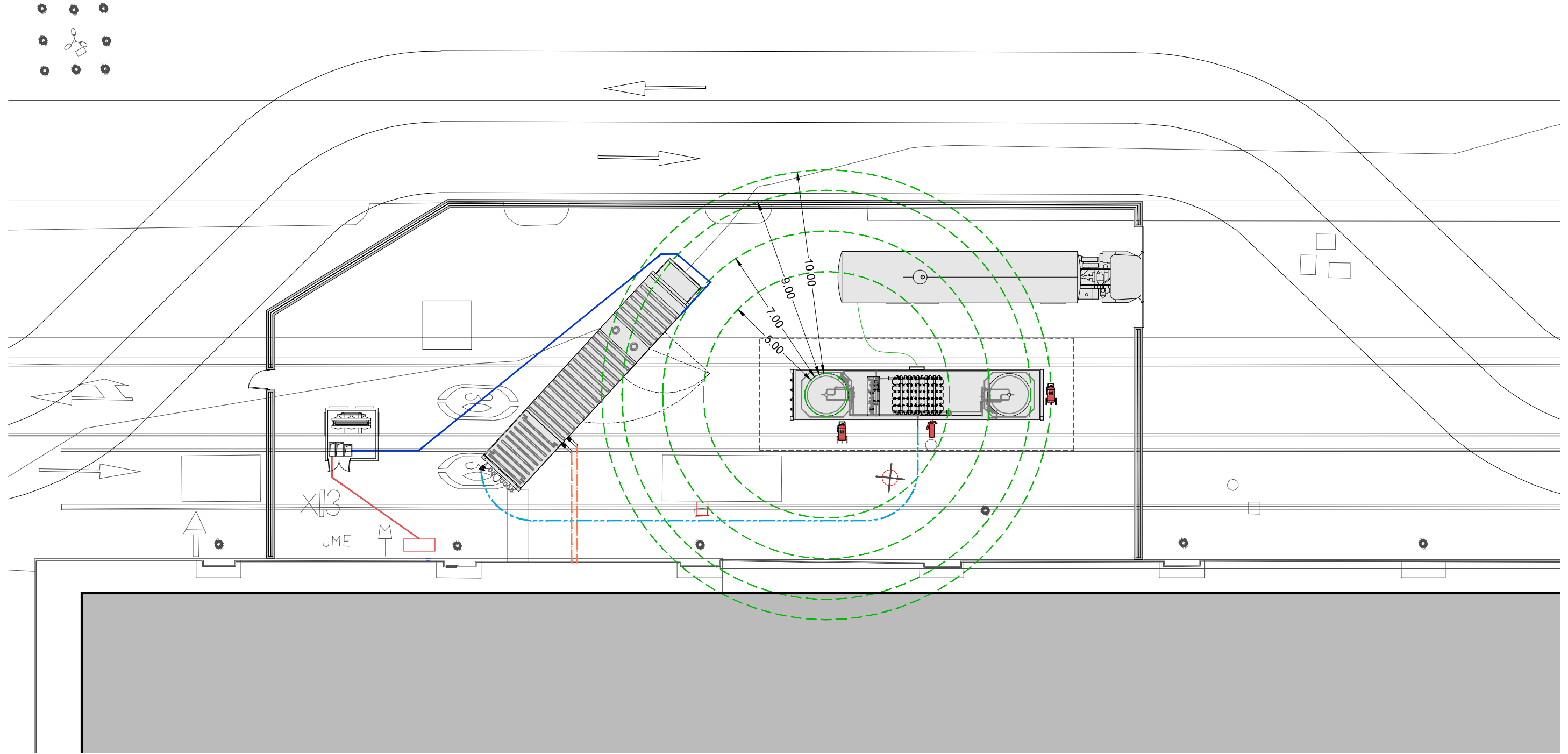
TÍTULO: PROYECTO PLANTA SATÉLITE DE GNL  
EN CONTENEDOR MARÍTIMO

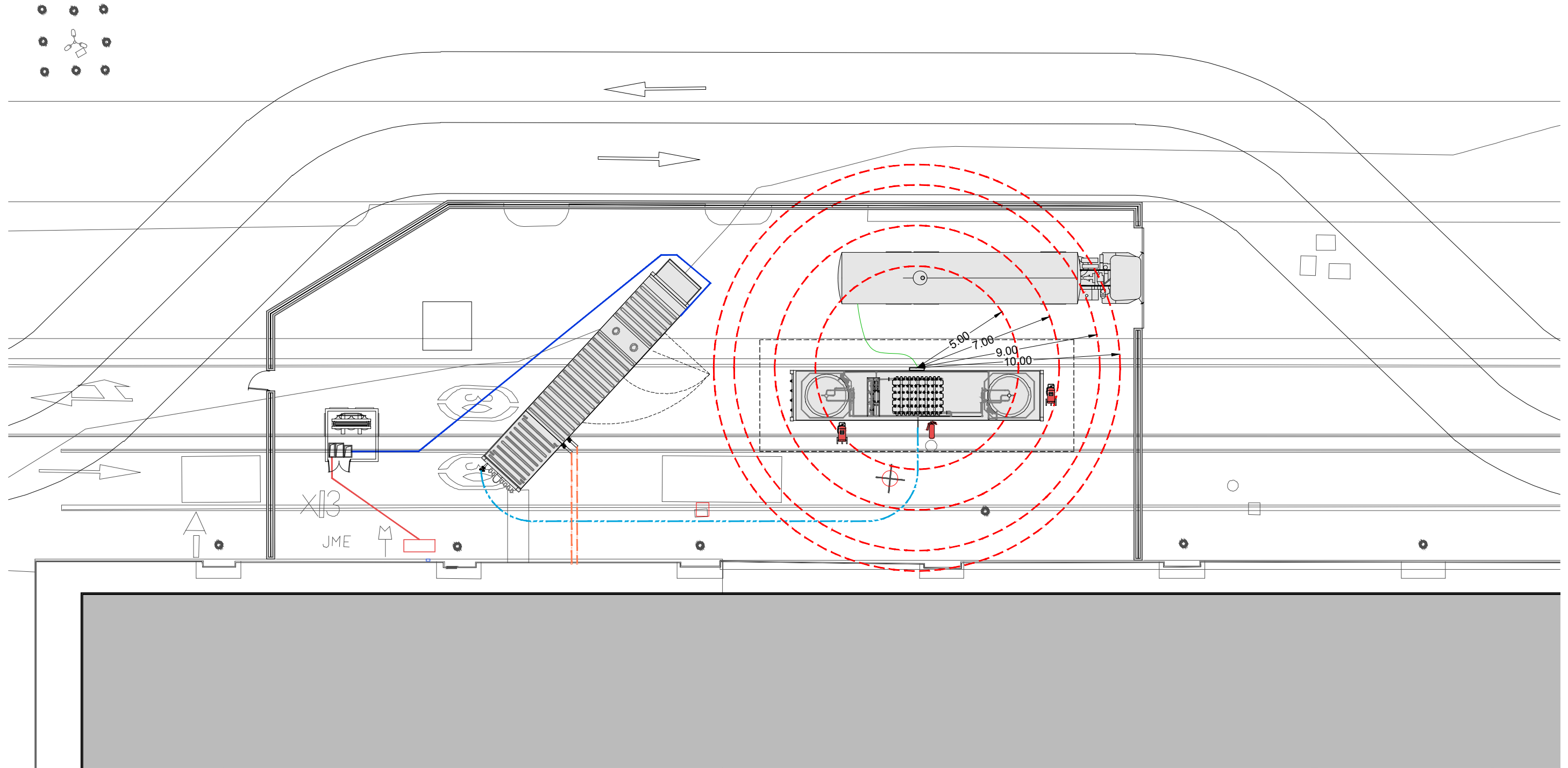
FECHA: NOVIEMBRE 2018  
ESCALA: 1/200

SITUACION: TERMINAL DE CRUCEROS DE SANTA CRUZ  
PROPIEDAD: AUTORIDAD PORTUARIA DE TENERIFE  
AUTOR: INGENIERO INDUSTRIAL. JOSÉ JULIO BROSSA Col. 203

PLANO Nº: 3







# CERTIFICADO FINAL DE OBRA

D. José Julio Brossa Gutiérrez con título Profesional de Ingeniero Industrial con domicilio en c/ Emilio Calzadilla, nº10, 1ºF, S/C de Tenerife, teléfonos 922 28 96 27 y 607561360. Colegiado nº203, del Ilustre COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE como Director Técnico de la Instalación correspondiente a los proyectos:

## PROYECTO PLANTA SATÉLITE DE GNL EN CONTENEDOR MARÍTIMO VISADO TF29299/00 FECHA 05-04-2019

, cuyo peticionario es:

|               |                                                           |
|---------------|-----------------------------------------------------------|
| Razón Social: | Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife             |
| CIF:          | Q3867002B                                                 |
| Dirección:    | Av. Francisco La Roche, 49, 38001, Santa Cruz de Tenerife |
| Contacto:     | 922 60 54 87                                              |

### Certifico:

1. Que la instalación técnica se ha realizado conforme al proyecto.
2. Que la instalación cumple con las condiciones técnicas y prescripciones reglamentarias que le son de aplicación.
3. Que la instalación ha sido ejecutado bajo mi dirección.

### Instalador

|               |                                                             |
|---------------|-------------------------------------------------------------|
| Razón Social: | HAM CRIOGÉNICA S.L.                                         |
| NIF:          | B62776406                                                   |
| Instalador:   | P.I. Sant Ermengol, parcela 11, Abrera, CP:08630, Barcelona |
| R.I.I. (Gas): | 80175346 (Categoría A)                                      |

### DOCUMENTACIÓN ADJUNTA:

- Certificado del Instalador

Y para que así conste y para su presentación ante los Organismos Oficiales que fuera necesario, firmo el presente en:

Santa Cruz de Tenerife (España), a Noviembre de 2019

José Julio Brossa  
Ingeniero Industrial  
Colegiado nº 203





**CERTIFICADO INSTALADOR****INSTALACIÓN DE UNA PLANTA COMPACTA DE ALMACENAMIENTO Y GASIFICACIÓN DE GNL**

LA EMPRESA HAM CRIOGÉNICA, S.L. INSCRITA EN EL REGISTRO INDUSTRIAL (RASIC) CON Núm. 080175346 COMO INSTALADOR DE GASES COMBUSTIBLES CATEGORIA A EN EL DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA, COMERÇ I TURISME DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA EN SU DELEGACIÓN DE BARCELONA.

**CERTIFICA:**

- Que se ha realizado la instalación descrita en el proyecto técnico de una "PLANTA COMPACTA DE 5m3 ALMACENAMIENTO Y GASIFICACIÓN DE GNL EN UN CONTENEDOR MARITIMO DE 40 pulgadas".
- Que el titular de la instalación es la Sociedad Mercantil HAM CRIOGENICA,SL con domicilio social en Polígono Industrial Sant Ermengol, C/Progrés nº1, parcela 11 de Abrera(CP 08630) Barcelona con C.I.F. B25526732 representada por Sr. Antonio Murugo Pérez en calidad de representante legal D.N.I. 35.006.985-L.
- Que la planta se encuentra situada en MUELLE DE RIBERA DARSENA DE ANAGA en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife.
- Que dicha instalación se adapta al citado proyecto, cumple las condiciones técnicas y prescripciones reglamentarias correspondientes.
- Que al tratarse de un equipo compacto, se han realizado las siguientes pruebas en nuestro taller:
  - o Prueba hidráulica equivalente con Nitrógeno a 22 bar durante 1 hora.
  - o Prueba de estanquidad a 22 bar durante 1 hora.
  - o Prueba funcionamiento general sistemas de carga, repostaje y cuadro de maniobras.

Los componentes que dispone la unidad móvil de repostaje son:

**- DEPÓSITO CRIOGÉNICO GNL: 5 M3**

|                            |                                    |
|----------------------------|------------------------------------|
| Fabricante:                | FURUISE EUROPE COMPANY, SL         |
| Denominación:              | CDL-4.56/0.8 Cryogenic liquid tank |
| Número de identificación:  | 1600508Y050                        |
| Año de fabricación:        | 2016                               |
| Presión máxima de servicio | 8 bar                              |
| Presión de prueba:         | 13,5 bar                           |
| Fecha de prueba:           | 19/05/2016                         |
| Volumen:                   | 4.800 lts                          |
| Temperatura                | -196 °C / +50° C                   |
| Modulo                     | G                                  |
| Fluido contenido:          | LNG                                |

**- EVAPORADOR AMBIENTAL GNL / AIRE 11**

|                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| Fabricante               | LOAR GASIFICACION, SL |
| Modelo                   | LOAR-B1462            |
| Marcado CE               | CE0053                |
| Unidades                 | 1                     |
| Nº Fabricación           | 11                    |
| Volumen:                 | 168,76 lts            |
| Categoría                | IV                    |
| Presión Máxima Admisible | 15 bar                |
| Presión de prueba        | 16,5 bar              |
| Fluido contenido         | GNL/1                 |
| Fluido de prueba         | Nitrógeno seco        |
| Temperatura              | -196 °C / +50° C      |

**- EVAPORADOR AMBIENTAL PPR DEPÓSITO - 11**

|                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| Fabricante               | LOAR GASIFICACION, SL |
| Modelo                   | LOAR-D411             |
| Marcado CE               | CE0053                |
| Unidades                 | 1                     |
| Nº Fabricación           | 11                    |
| Volumen:                 | 7,67 lts              |
| Categoría                | IV                    |
| Presión Máxima Admisible | 15 bar                |
| Presión de prueba        | 16,5 bar              |
| Fluido contenido         | GNL/1                 |
| Fluido de prueba         | Nitrógeno seco        |
| Temperatura              | -196 °C / +50° C      |
| Fecha de prueba          | 11-05-2017            |

**DEPÓSITO DE THT**

|                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| Fabricante:               | AMTROL-ALFA METALOMECÂNICA,SA |
| Modelo:                   | 011G061                       |
| Unidades:                 | 1                             |
| Presión máxima admisible: | 42 bar                        |
| Volumen:                  | 61 lts                        |

Y para que conste a los efectos oportunos, firmo la presente en Santa Cruz de Tenerife a 05/11/2019.

Prudenci Bautista Martinez  
Ham Criogénica S.L.





# Annex 2

## Emergency plan



**Autoridad Portuaria**  
**Santa Cruz de Tenerife**



**CORE LNGas**  
**hive**



# PLAN DE AUTOPROTECCIÓN TERMINAL DE CARGA RODADA (TCR)

**REDACCIÓN DEL PROYECTO:**

Jose Julio Brossa Gutiérrez  
Ingeniero Industrial col. 203

**PETICIONARIO:**

Compañía Transmediterránea S.A.

**EMPLAZAMIENTO DEL ESTABLECIMIENTO:**

Segunda alineación del  
Muelle de Ribera

**FECHA:**

*noviembre de 2018*



# ÍNDICE

|                                                                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.- CAPÍTULO 1: IDENTIFICACIÓN DE LOS TITULARES Y EMPLAZAMIENTO DE LA ACTIVIDAD</b>                            | <b>9</b>  |
| 1.1.- IDENTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD Y DEL ESTABLECIMIENTO EN EL QUE SE DESARROLLA                                | 11        |
| 1.2.- TITULAR DE LA ACTIVIDAD                                                                                     | 11        |
| 1.3.- IDENTIFICACIÓN DE RESPONSABLES EN EL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN Y SUPLENTE                                      | 11        |
| 1.3.1.- Director del Plan de Emergencias                                                                          | 11        |
| 1.3.2.- Jefe de Emergencias                                                                                       | 12        |
| 1.4.- TÉCNICO REDACTOR DEL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN                                                                 | 12        |
| <b>2.- CAPÍTULO 2: ACTIVIDAD Y MEDIO FÍSICO EN EL QUE SE DESARROLLA</b>                                           | <b>13</b> |
| 2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD                                                                                 | 15        |
| 2.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES                                                                            | 16        |
| 2.2.1.- EXPLANADA COMERCIAL                                                                                       | 16        |
| 2.3.- DESCRIPCIÓN DE LOS USUARIOS DEL ESTABLECIMIENTO                                                             | 17        |
| 2.4.- DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO Y CONDICIONES DE ACCESIBILIDAD PARA VEHÍCULOS DE AYUDA EXTERIOR                     | 17        |
| 2.4.1.- Ubicación                                                                                                 | 17        |
| 2.4.2.- Vías de acceso                                                                                            | 18        |
| 2.4.3.- Proximidad de las ayudas externas                                                                         | 19        |
| <b>3.- CAPÍTULO 3: INVENTARIO, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS</b>                                               | <b>21</b> |
| 3.1.- LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE FACTORES DE RIESGO QUE PUEDEN ORIGINAR UNA SITUACIÓN DE EMERGENCIA            | 23        |
| 3.1.1.- Riesgos propios del establecimiento.                                                                      | 23        |
| 3.1.2.- Instalaciones y servicios del establecimiento. Zonas de Riesgo Especial                                   | 23        |
| 3.1.2.1 Instalación de gasóleo                                                                                    | 23        |
| 3.1.2.2 Instalación eléctrica                                                                                     | 28        |
| 3.1.2.3 Abastecimiento de agua                                                                                    | 28        |
| 3.1.2.4 Sectores de incendio                                                                                      | 28        |
| 3.1.2.5 Vías de evacuación                                                                                        | 28        |
| 3.2.- IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS PROPIOS DE LA ACTIVIDAD Y RIESGOS POR MOTIVOS EXTERNOS | 29        |
| 3.2.1.- Criterios adoptados para la evaluación de los riesgos                                                     | 29        |
| 3.2.2.- Evaluación de los riesgos propios de la actividad                                                         | 31        |

|                                                                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.3.- Actividades con reglamentación sectorial específica                                                            | 32        |
| 3.2.4.- Riesgos externos a la actividad y que pueden afectarle.                                                        | 32        |
| 3.2.5.- Riesgos externos contemplados en los Planes de Protección Civil y actividades de riesgo próximas               | 33        |
| 3.2.6.- Situación de caída de hombre al agua                                                                           | 35        |
| 3.2.7.- Situación de caída de vehículo al agua                                                                         | 36        |
| <b>4.- CAPÍTULO 4: INVENTARIO Y DESCRIPCIÓN DE LOS MEDIOS DE AUTOPROTECCIÓN</b>                                        | <b>37</b> |
| 4.1.- INVENTARIO Y DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS Y MEDIOS, HUMANOS Y MATERIALES DISPONIBLES PARA CONTROLAR LOS RIESGOS    | 39        |
| 4.1.1.- Inventario de medios de protección contra incendios (PCI) en el establecimiento                                | 39        |
| 4.1.1.1 Extintores portátiles                                                                                          | 40        |
| 4.1.1.2 Medios de comunicación y de transmisión de alarmas                                                             | 40        |
| 4.1.2.- Inventario de medios de evacuación.                                                                            | 40        |
| 4.1.3.- Medios de ayuda externa                                                                                        | 41        |
| <b>5.- CAPÍTULO 5: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES</b>                                                      | <b>43</b> |
| 5.1.- DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTOS PREVENTIVO DE LAS INSTALACIONES DE RIESGO QUE GARANTIZAN EL CONTROL DE LAS MISMAS | 45        |
| 5.1.1.- Organización de los Mantenimientos                                                                             | 45        |
| 5.1.2.- Mantenimiento de la instalación de PCI                                                                         | 46        |
| 5.1.3.- Mantenimiento de instalaciones de riesgo. Baja Tensión                                                         | 48        |
| 5.1.4.- Comunicación de anomalías o incidencias al titular de la actividad                                             | 51        |
| 5.1.5.- Inspecciones de seguridad.                                                                                     | 51        |
| 5.1.6.- Realización de auditorías e inspecciones de seguridad                                                          | 51        |
| <b>6.- CAPÍTULO 6: PLAN DE ACTUACIÓN</b>                                                                               | <b>55</b> |
| 6.1.- IDENTIFICACIÓN Y FUNCIONES DE LOS EQUIPOS Y PERSONAS. ORGANIZACIÓN                                               | 57        |
| 6.1.1.- Director del Plan de Emergencias                                                                               | 58        |
| 6.1.2.- Comité de Emergencias                                                                                          | 58        |
| 6.1.3.- Jefe de Emergencias                                                                                            | 58        |
| 6.1.4.- Equipos de Emergencia                                                                                          | 59        |
| 6.1.5.- Centro de Coordinación de Emergencias                                                                          | 60        |
| 6.2.- IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS EMERGENCIAS SEGÚN LA GRAVEDAD                                              | 61        |
| 6.3.- PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN GENERAL ANTE EMERGENCIAS                                                              | 62        |
| 6.3.1.- Plan de Alarma                                                                                                 | 63        |
| 6.3.2.- Plan de Intervención. Qué hacer en caso de...                                                                  | 66        |
| 6.3.2.1 Intervención en caso de incendio                                                                               | 66        |



|                                                                                                      |                                                                                                                                                         |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6.3.2.2                                                                                              | Intervención en caso de explosión _____                                                                                                                 | 67        |
| 6.3.2.3                                                                                              | Intervención en caso de escape de productos y/o sustancias tóxicas _____                                                                                | 68        |
| 6.3.2.4                                                                                              | Intervención en caso de accidente de trabajo _____                                                                                                      | 68        |
| 6.3.2.5                                                                                              | Intervención en caso de incidente con materiales peligrosos _____                                                                                       | 68        |
| 6.3.2.6                                                                                              | Intervención en caso de incidente con máquinas, equipamientos o instalaciones _____                                                                     | 69        |
| 6.3.2.7                                                                                              | Intervención en caso de movimientos sísmicos _____                                                                                                      | 69        |
| 6.3.2.8                                                                                              | Intervención en caso de tormentas _____                                                                                                                 | 70        |
| 6.3.2.9                                                                                              | Intervención en caso de rayos y tormentas eléctricas _____                                                                                              | 71        |
| 6.3.2.10                                                                                             | Intervención en caso de vientos fuertes _____                                                                                                           | 71        |
| 6.3.2.11                                                                                             | Intervención en caso de alerta biológica _____                                                                                                          | 72        |
| 6.3.2.12                                                                                             | Intervención en caso de escapes y nubes tóxicas _____                                                                                                   | 73        |
| 6.3.2.13                                                                                             | Intervención en caso de aviso de bomba _____                                                                                                            | 73        |
| 6.3.2.14                                                                                             | Intervención en caso de carta bomba _____                                                                                                               | 73        |
| 6.3.2.15                                                                                             | Intervención en caso de detección de un paquete sospechoso _____                                                                                        | 74        |
| 6.3.2.16                                                                                             | Primeros auxilios. _____                                                                                                                                | 74        |
| 6.3.3.-                                                                                              | Plan de Evacuación _____                                                                                                                                | 74        |
| 6.3.4.-                                                                                              | Modos de Recepción de Ayudas Externas _____                                                                                                             | 76        |
| <b>7.- CAPÍTULO 7: INTEGRACIÓN DE ESTE PLAN DE AUTOPROTECCIÓN EN OTROS DE ÁMBITO SUPERIOR _____</b>  |                                                                                                                                                         | <b>79</b> |
| 7.1.-                                                                                                | PROTOCOLOS DE NOTIFICACIÓN DE EMERGENCIAS _____                                                                                                         | 81        |
| 7.2.-                                                                                                | COORDINACIÓN ENTRE LA DIRECCIÓN DEL PRESENTE PLAN DE AUTOPROTECCIÓN Y PROTECCIÓN CIVIL _____                                                            | 81        |
| 7.3.-                                                                                                | COLABORACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DE AUTOPROTECCIÓN CON EL CENTRO DE CONTROL DE EMERGENCIAS (CCE) DE LA AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE TENERIFE _____ | 82        |
| <b>8.- CAPÍTULO 8: IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN _____</b>                                 |                                                                                                                                                         | <b>83</b> |
| 8.1.-                                                                                                | IMPLANTACIÓN DEL PLAN _____                                                                                                                             | 85        |
| 8.2.-                                                                                                | IDENTIFICACIÓN DEL RESPONSABLE DE LA IMPLANTACIÓN DEL PLAN _____                                                                                        | 85        |
| 8.3.-                                                                                                | PROGRAMA DE FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN PARA EL PERSONAL CON PARTICIPACIÓN ACTIVA EN EL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN _____                                       | 86        |
| 8.4.-                                                                                                | PROGRAMA DE FORMACIÓN E INFORMACIÓN A TODO EL PERSONAL _____                                                                                            | 86        |
| 8.5.-                                                                                                | PROGRAMA DE INFORMACIÓN GENERAL A USUARIOS _____                                                                                                        | 86        |
| 8.6.-                                                                                                | PROGRAMA DE DOTACIÓN Y ADECUACIÓN DE MEDIOS MATERIALES Y RECURSOS _____                                                                                 | 87        |
| <b>9.- CAPÍTULO 9: MANTENIMIENTO DE LA EFICACIA Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN _____</b> |                                                                                                                                                         | <b>89</b> |

|                                                                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 9.1.- PROGRAMA DE RECICLAJE DE FORMACIÓN E INFORMACIÓN                                                         | 91         |
| 9.2.- PROGRAMA DE SUSTITUCIÓN DE MEDIOS Y RECURSOS.                                                            | 91         |
| 9.3.- PROGRAMA DE EJERCICIOS Y SIMULACROS.                                                                     | 91         |
| 9.4.- PROGRAMA DE REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE TODA LA DOCUMENTACIÓN DEL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN.                | 92         |
| 9.5.- PROGRAMA DE AUDITORIAS E INSPECCIONES.                                                                   | 92         |
| <b>10.- CAPÍTULO 10: DIRECTORIO DE COMUNICACIONES</b>                                                          | <b>95</b>  |
| 10.1.- TELÉFONOS DEL PERSONAL DE EMERGENCIAS DE LA EMPRESA                                                     | 97         |
| 10.1.3.- Equipo de Intervención                                                                                | 97         |
| 10.1.4.- Equipo de Alarma y Evacuación                                                                         | 98         |
| 10.1.5.- Equipo de Primeros Auxilios                                                                           | 98         |
| 10.2.- TELÉFONOS DE LA AYUDA EXTERIOR                                                                          | 99         |
| 10.2.1.- Emergencias 112                                                                                       | 99         |
| 10.2.2.- Bomberos                                                                                              | 99         |
| 10.2.3.- Protección Civil                                                                                      | 99         |
| 10.2.4.- Salvamento Marítimo                                                                                   | 99         |
| 10.2.5.- Autoridad Portuaria                                                                                   | 100        |
| 10.2.6.- Policía                                                                                               | 100        |
| 10.2.7.- Clínicas y Hospitales                                                                                 | 101        |
| 10.2.8.- Centros de Salud                                                                                      | 101        |
| 10.2.9.- Toxicología                                                                                           | 101        |
| <b>11.- CAPÍTULO 11: FORMULARIOS PARA LA GESTIÓN DE EMERGENCIAS</b>                                            | <b>103</b> |
| 11.1.- FORMULARIOS PARA LA GESTIÓN DE EMERGENCIAS. PROTOCOLOS DE NOTIFICACIÓN A LA AYUDA EXTERNA EN CASO DE... | 105        |
| 11.1.1.- Emergencias generales                                                                                 | 105        |
| 11.1.2.- Incendio                                                                                              | 107        |
| 11.1.3.- Explosión (no por atentado)                                                                           | 109        |
| 11.1.4.- Atraco y/o secuestro de personas                                                                      | 111        |
| 11.1.5.- Aviso de bomba                                                                                        | 115        |
| 11.1.6.- Atentado terrorista                                                                                   | 119        |
| 11.1.7.- Disturbios y/o comportamientos antisociales                                                           | 121        |
| <b>12.- CAPÍTULO 12: LISTADO DE DEFICIENCIAS A SUBSANAR</b>                                                    | <b>123</b> |
| 12.1.- PRIMEROS AUXILIOS Y SALVAMENTO                                                                          | 125        |
| <b>13.- CAPÍTULO 13: PRIMEROS AUXILIOS</b>                                                                     | <b>127</b> |
| 13.1.- INTRODUCCIÓN                                                                                            | 129        |
| 13.2.- ASPECTOS BÁSICOS DE LOS PRIMEROS AUXILIOS                                                               | 129        |
| 13.2.1.- Definición                                                                                            | 129        |
| 13.2.2.- Objetivos de los primeros auxilios                                                                    | 129        |

|                                                                                |            |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 13.2.3.- Pauta general de actuación: conducta “PAS”                            | 130        |
| 13.2.4.- El socorrista                                                         | 131        |
| 13.2.5.- El botiquín de Primeros Auxilios                                      | 132        |
| 13.3.- EVALUACIÓN DEL ACCIDENTADO                                              | 133        |
| 13.3.1.- 1ª FASE: EVALUACIÓN PRIMARIA.                                         | 133        |
| 13.3.2.- 2ª FASE: EVALUACIÓN SECUNDARIA.                                       | 133        |
| 13.4.- PARADA CARDIORRESPIRATORIA: LA REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR               | 134        |
| 13.4.1.- Conceptos                                                             | 134        |
| 13.4.2.- Cuándo debe aplicarse la R.C.P.                                       | 134        |
| 13.4.3.- Actuación ante una parada cardiorrespiratoria: secuencia de la R.C.P. | 135        |
| 13.4.4.- Diferencias de técnica de reanimación según edad                      | 140        |
| 13.4.5.- Posición lateral de seguridad (P.L.S.)                                | 141        |
| 13.5.- OBSTRUCCIÓN DE LA VÍA AÉREA                                             | 143        |
| 13.6.- DESVANECIMIENTO O LIPOTIMIA                                             | 147        |
| 13.7.- CONVULSIONES                                                            | 148        |
| 13.8.- CONTUSIONES                                                             | 148        |
| 13.9.- HERIDAS                                                                 | 150        |
| 13.10.- HEMORRAGIAS                                                            | 155        |
| 13.11.- QUEMADURAS                                                             | 161        |
| 13.12.- TRAUMATISMOS OSTEOMUSCULARES                                           | 168        |
| 13.13.- LESIONES OCULARES                                                      | 177        |
| 13.14.- CUERPOS EXTRAÑOS EN NARIZ Y OÍDOS                                      | 180        |
| 13.15.- PICADURAS Y MORDEDURAS                                                 | 181        |
| 13.16.- INTOXICACIONES                                                         | 184        |
| 13.17.- ALGUNAS PREMISAS DE ACTUACIÓN EN LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO             | 188        |
| <b>14.- CAPÍTULO 14: PLANOS</b>                                                | <b>191</b> |





**BLOQUE I:  
INFORMACIÓN  
GENERAL DE RIESGOS**





A large, light gray watermark is centered on the page. It consists of a stylized 'c' shape with a dot inside, similar to the company logo, but much larger and lighter in color.

## **2.- CAPÍTULO 2: ACTIVIDAD Y MEDIO FÍSICO EN EL QUE SE DESARROLLA**



## 2.1.-DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La Terminal de Tenerife dispone de un perímetro cerrado, estando restringido el acceso a algunas zonas de este que se encuentran valladas por sus lados NO y NE y con barreras cerradas de contenedores por el lado del atraque (SE).

La Terminal de Tenerife consta de una Explanada de carga y descarga de mercancías. No se dispone de edificios o estructuras salvo de módulos prefabricados en la entrada al recinto.

Las actividades desarrolladas en la Terminal de Tenerife son las siguientes:

- Módulos prefabricados:
  - o Personal de la compañía I.P. (TCR)
  - o Servicio de vigilancia y entrega de tarjetas de embarque y control de puerta.
  - o Labores administrativas – Acciona Logística.
- En la Explanada:
  - o Embarque y desembarque de pasajeros y sus vehículos ligeros en régimen de EQUIPAJE ACOMPAÑADO.
  - o Embarque, desembarque de pasajeros y parking de recogida y entrega de vehículos ligeros en régimen de EQUIPAJE NO ACOMPAÑADO.
  - o Embarque, desembarque y aparcamiento de vehículos de carga pesados (Frigoríficos, Contenedores, Planchas, Roll-trayler...).

La superficie de los módulos destinados a oficinas de actividad estibadora es de 39,5m<sup>2</sup>. Y en ellas se alojan tres operadores.

| Descripción establecimiento | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Usos y actividades                                                            | Otra información    |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Módulos prefabricados       | 39,5                         | <u>Administrativo</u> : actividades de gestión y de servicios, pasaje y carga |                     |
| Explanada                   | 30.090                       | <u>Industrial</u> : Almacenaje temporal de contenedores vehículos             | Espacio descubierto |

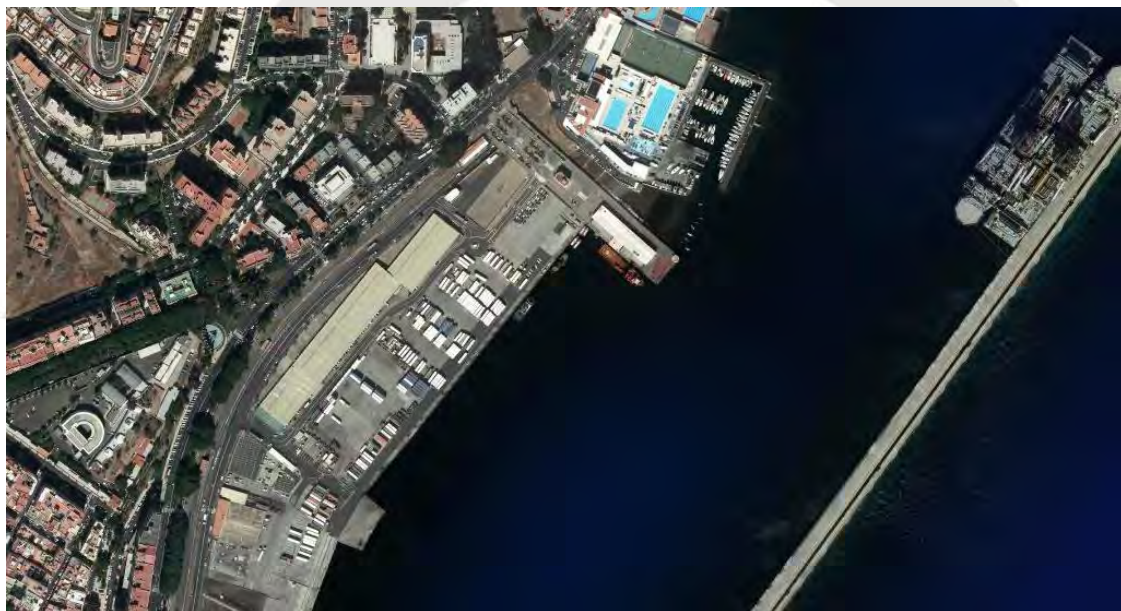
## 2.2.-DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### 2.2.1.- EXPLANADA COMERCIAL

Se encuentra situada en la Segunda Alineación del Muelle de Ribera del Puerto de Tenerife y ocupa una superficie aproximada de unos 30000 m<sup>2</sup>, que se extiende desde el Muelle Norte hasta los tacones RO-RO de dicho Muelle de Ribera.

La Explanada es un espacio abierto destinado al almacenaje temporal de plataformas, contenedores, vehículos y mercancías a cargar/descargar de los buques. Estas operaciones se realizan mediante unos vehículos tractores denominados mafis y reach stackers.

Toda esta extensión se encuentra pavimentada y es donde se almacenarán los contenedores, vehículos y mercancías a cargar y descargar de los buques.





### 2.3.-DESCRIPCIÓN DE LOS USUARIOS DEL ESTABLECIMIENTO

Al realizarse diferentes actividades dentro de la terminal, los usuarios con los que cuenta son de distinto tipo. Éstos se describen a continuación:

- **Trabajadores propios de la empresa.** Encargados de las diferentes dependencias de la misma: oficinas, pasaje y operaciones.
- **Estibadores portuarios.**
- **Personal ajeno a la empresa.** Como son los proveedores, transportistas, etc.
- **Pasaje**
- **Personal de la policía portuaria y fuerzas y cuerpos de seguridad del estado.**

Tanto el personal externo como el pasaje debe considerarse que no conocen las instalaciones por lo que necesitarán instrucciones y señalización de las vías de evacuación, de salidas de emergencia y puntos de encuentro ante cualquier emergencia.

### 2.4.-DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO Y CONDICIONES DE ACCESIBILIDAD PARA VEHÍCULOS DE AYUDA EXTERIOR

#### 2.4.1.- Ubicación

La terminal se ubica en el municipio de Santa Cruz de Tenerife, en la isla de Tenerife perteneciente a la provincia de Santa Cruz de Tenerife.

El **Muelle de Ribera** se encuentra localizado en el nordeste de Tenerife en las costas del Atlántico, situado a 28° 29' de latitud Norte y 16° 14' de longitud Oeste (Greenwich). La explanada se trata de un espacio abierto, fácilmente accesible y sin construcciones destacables a nivel de evacuación de ocupantes. El acceso rodado se presenta mediante dos entradas, una principal con una anchura de 9 metros y que suele estar abierta con barreras abatibles y un vial para la entrada y salida de transportistas con una anchura total de 15 metros.



#### 2.4.2.- Vías de acceso

### ACCESOS TERRESTRES

El acceso a la terminal se realiza desde la Av. La Constitución, por la cual se accede a la Dársena los Llanos que conecta con todo el Puerto de Tenerife o desde la Av. Francisco la Roche, que da acceso al Muelle de Ribera.

Se trata de una vía de doble sentido de circulación de vehículos, la cual se puede estimar que cuanta con una gran capacidad portante, ya que normalmente circulan vehículos pesados como camiones de transporte de mercancía.







#### 2.4.3.- Proximidad de las ayudas externas

##### 1. **SANITARIAS:**

- Puesto de la Cruz Roja - Calle San Lucas, 60, 38002, Santa Cruz de Tenerife.
- Centro de Salud Ruiz de Padrón – Calle Ruiz de Padrón, 6, 38002, Santa Cruz de Tenerife.
- Centro de Salud Anaga – Avenida de Anaga, S/N, 38001, Santa Cruz de Tenerife.
- Complejo Hospitalario Universitario Nuestra Señora de Candelaria – Carretera General del Rosario, 145, 38010, Santa Cruz de Tenerife
- Complejo Hospitalario Universitario de Canarias – Ofra, s/n, La Cuesta, 38320, La Laguna, Santa Cruz de Tenerife.

## 2. CONTRA INCENDIOS:

Para ello se dispone del Parque de Bomberos profesionales de Santa Cruz de Tenerife. Ubicados y con un tiempo estimado de actuación de 9 minutos, tal y como se refleja a continuación:

- PARQUE BOMBEROS PROFESIONALES DE SANTA CRUZ DE TENERIFE



### **3.- CAPÍTULO 3: INVENTARIO, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS**



#### 6.2.1.4 Fenómenos de tipo mecánico

- Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición (BLEVE, Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) (1 – [ID: 07])

Un líquido almacenado en un depósito presurizado, en su punto de ebullición o en sus proximidades y por encima de una determinada presión se evaporará con suma rapidez si se libera repentinamente debido a un fallo del sistema de presión. Este proceso de expansión violenta es conocido por provocar la proyección de partes enteras de depósitos rotos a varios cientos de metros.

El caso más frecuente que causa este tipo de accidente es un incendio que envuelve el depósito, haciendo ceder la estructura mecánica.

- Nube de gas confinada (con fuente de ignición) (1 – [ID: 08])

La explosión CVE (Confined Vapour Explosion) se produce en condiciones de confinamiento del material volátil. Ocurre cuando en un recinto confinado se produce un escape de gas natural o de gas de evaporación de GNL, que se encuentra dentro de los límites de inflamabilidad y entra en contacto con un punto de ignición que origina la combustión de la nube confinada.

En las instalaciones congestionadas se produce una situación de semiconfinamiento, definida entre los fenómenos de CVE y UVCE.

- Nube de gas no confinada (con fuente de ignición) (1 – [ID: 09])

Este tipo de explosión (UVCE, Unconfined Vapour Cloud Explosion) está asociada al escape masivo de gases. Se define como la combustión de la mezcla combustible-aire formada por la fuga y dispersión de una sustancia combustible en la atmósfera, dando lugar a temperaturas muy elevadas, y generando una onda de presión.

En función de la velocidad de propagación de la llama, el fenómeno puede resultar en una deflagración, si la velocidad es baja, o en una detonación, si la velocidad es alta. En el caso del gas natural es poco probable que cause una situación de explosión en entornos abiertos ya que el metano, componente principal del gas, tiene una velocidad baja de propagación de la llama.

- Rollover – Basculamiento de capas (1 – [ID: 10])

La norma UNE-EN ISO 16903:2015 define el término como se expone a continuación.

El basculamiento de capas se refiere al proceso que puede ocasionar la emisión de grandes cantidades de gas desde un depósito de GNL durante un corto periodo de tiempo. Esto podría producir una sobrepresión en el depósito para la que éste no está diseñado o protegido.

Es posible que en los depósitos de almacenamiento de GNL se puedan formar dos capas o células estratificadas estables, generalmente provocadas por una mezcla incompleta de GNL recientemente cargado en el depósito y de líquido de una densidad diferente en el fondo del depósito. Dentro de una misma capa la densidad del líquido es uniforme pero la capa del fondo se compone de líquido más denso que el de la capa superior. En consecuencia, debido a la fuga de calor en el interior del depósito, a la transferencia de calor y de masa entre las capas y a la evaporación en la superficie del líquido, se equilibra la densidad de las capas y finalmente se mezclan. Esta mezcla espontánea se denomina basculamiento de capas y si, como es el caso más frecuente, el líquido en la capa del fondo se sobrecalienta en relación a la presión en el espacio de vapor del depósito, el basculamiento de capas está acompañado de un incremento en la formación del vapor. Este incremento es algunas veces rápido e importante. En ciertos casos, el incremento de la presión en el depósito ha sido suficiente para causar el desenclavamiento de las válvulas de seguridad de sobrepresión.



- TRF – Transición rápida de fase (1 – IID: 11)

La norma UNE-EN ISO 16903:2015 define el término como se expone a continuación.

Cuando dos líquidos a diferente temperatura entran en contacto, puede producirse fuerzas de onda de choque en determinadas circunstancias. Este fenómeno, denominado transición rápida de fase (TRF), se puede producir cuando entran en contacto el GNL y el agua. Aunque no se produzca combustión, este fenómeno tiene todas las características de una explosión. Las transiciones rápidas

de fase resultantes de un vertido de GNL en agua han sido a la vez raras y con consecuencias relativamente limitadas.

- Fallo en instrumentación (1 – [ID: 12])

Un fallo en instrumentación debido tanto a defectos de fábrica como fallos humanos es una de las causas comunes que pueden desencadenar en riesgos para la salud de las personas, la instalación o el medioambiente.

### 6.2.2.- RIESGOS ANTRÓPICOS

Este tipo de riesgo está asociados al comportamiento de las personas, es decir, son situaciones de riesgo en la que el agente de la misma es el ser humano propiamente. En este apartado se documentan los riesgos de tipo antrópicos para el entorno evaluado.

#### 6.2.2.1 Unidad generadora con almacenamiento de GNL

En este apartado se desarrollarán los posibles riesgos antrópicos que pueda sufrir la unidad generadora con almacenamiento de GNL en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Se prevén riesgos de tipo:

- Terrorismo
- Actos vandálicos
- Impactos mecánicos

##### 6.2.2.1.1 Terrorismo (2 – [ID: 13])

El riesgo de ataques terroristas tiene la incertidumbre de que no se puede determinar cuándo se pueden producir. Diferentes informes indican que los tanques de GNL y las plantas de regasificación son objetivos terroristas. En España existe el Plan de Prevención y Protección Antiterrorista para dar respuesta global e integral al riesgo de posibles ataques terroristas.

Los tanques de almacenamiento de GNL requieren de una fuerza considerable de destrucción para romper los sistemas de contención. Debido a esto, los incendios presentan el mayor riesgo por actos terroristas.

En el caso de colisionar un vehículo contra el depósito de almacenaje de GNL, el impacto ocasionado podría causar un incendio con el combustible del vehículo estrellado. El incendio producido podría afectar a los tanques de GNL originando una reacción en

cadena con el combustible almacenado produciendo mayores daños en la instalación y zonas adyacentes.

#### 6.2.2.1.2 **Actos Vandálicos (2 – [ID: 14])**

Los actos vandálicos previstos son el posible sabotaje y hurtos en la instalación. Las consecuencias de los actos vandálicos pueden suponer una contraprestación en el funcionamiento de la instalación, pudiendo ocasionar riesgos tanto para los trabajadores como para los vándalos. Los hurtos podrían ocasionar paros en el funcionamiento del sistema por la reposición de los elementos.

#### 6.2.2.1.3 **Impactos mecánicos (2 – [ID: 15])**

Los impactos mecánicos previstos son los posibles accidentes dado el tránsito de vehículos y mercancías generadas por el uso propio del puerto. Las consecuencias de estas acciones pueden suponer deterioros en los elementos de la instalación, pudiendo ocasionar paros en el funcionamiento del sistema, incluso en casos extremos pudiendo ocasionar un incendio con el combustible del vehículo estrellado. El incendio producido podría afectar a los tanques de GNL originando una reacción en cadena con el combustible almacenado produciendo mayores daños en la instalación y zonas adyacentes.

### 6.2.3.- **Riesgos naturales**

Los riesgos que se contemplan por fenómenos naturales están condicionados por las características geográficas y particulares de la región. En los entornos objeto de evaluación del presente informe existen o pueden producirse los siguientes riesgos de las siguientes condiciones:

- Lluvias
- Vientos Fuertes
- Maremotos
- Terremotos
- Vulcanismo



#### 6.2.3.1 Lluvias (3 – [ID: 16])

Las lluvias en Canarias son un factor de riesgo para las infraestructuras. En las fases de diseño es muy importante la consulta de los Planes Hidrológicos Insulares de las islas, prestando especial importancia al estudio de los caudales en las diferentes cuencas de los barrancos y cauces naturales de las islas que afecten al entorno de estudio. El Consejo Insular de Aguas de la isla de Tenerife cuenta con estudios preliminares del riesgo de inundación hidrográfica. También es necesario tener en cuenta la metodología de cálculo y restricciones que vienen recogidas en dichos informes, en especial a lo referente al cálculo de caudales de avenida, dominio público hidráulico, zonas de afección y zonas inundables.

#### 6.2.3.2 Vientos Fuertes (3 – [ID: 17])

La ubicación del Puerto de Santa Cruz de Tenerife, al encontrarse en contacto directo con el medio marino, puede registrar vientos notables. Es muy importante en la fase de diseño tener presentes los vientos máximos registrados en cada zona.

Asimismo se deben tener presente los posibles efectos que una modificación del clima mundial, como consecuencia del efecto invernadero, pudiese tener en la isla de Tenerife. Con la posibilidad de un incremento de las tormentas tropicales, o incluso de huracanes, lo cual debería preverse en el diseño de los anclajes y sistemas de seguridad de todos los equipamientos. También tener en cuenta las rachas de viento a efectos de asegurar los elementos móviles o susceptibles de volar de los alrededores de la instalación a fin de minimizar el riesgo de que los mismos puedan impactar con otros elementos y provocar daños mayores.



#### 6.2.3.3 Maremotos (3 – [ID: 18])

Las consecuencias más extremas de los maremotos son los tsunamis, que son producidas por agentes puramente geológicos, pudiendo formar olas de altura comprendida entre 15 y 30 metros con gran poder destructivo.

En Canarias solo se tiene registrado por el Instituto Geográfico Nacional un maremoto que tuvo lugar a principios del siglo XVIII, atribuido a una erupción submarina.

#### 6.2.3.4 Terremotos (3 – [ID: 19])

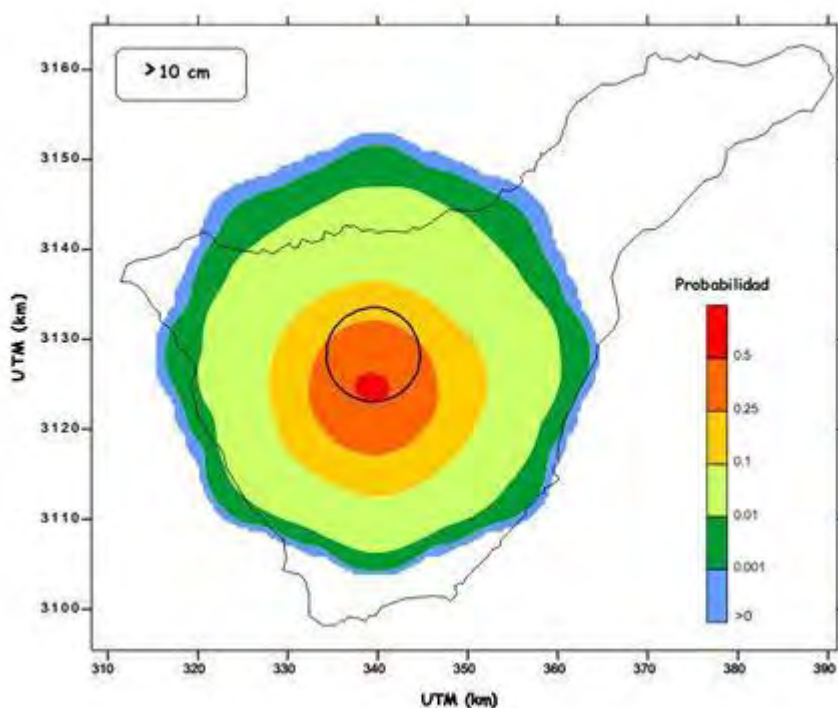
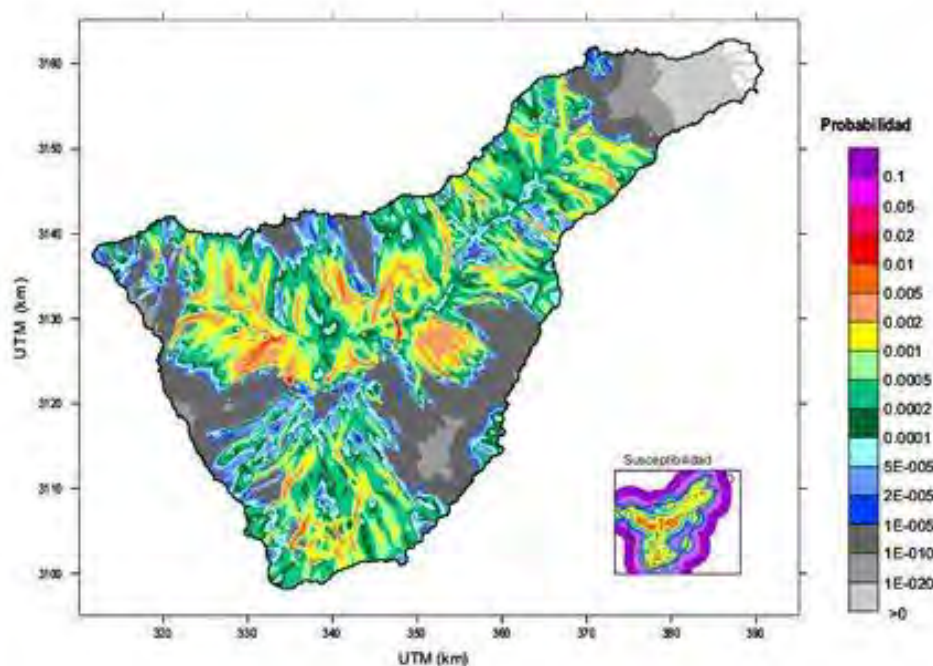
El origen volcánico de las Islas Canarias produce la actividad sísmica en las islas. La actividad sísmica está estrechamente relacionada con la actividad vulcanológica, registrándose, en los últimos años, por el Instituto Volcanológico de Canarias sismos de baja magnitud.

Los riesgos asociados a la integridad de los elementos de la implantación del GN y GNL, están cubiertos por la normativa sismorresistente española, que se debe cumplir. Los tanques de GNL son el mayor riesgo potencial y son diseñados para resistir la actividad sísmica.

#### 6.2.3.5 Vulcanismo (3 – [ID: 20])

Canarias es la única región del territorio español volcánicamente activa. Existe un riesgo constante de erupciones, como la erupción submarina registrada en la costa próxima a El Hierro.

En la etapa de planificación y diseño se deben considerar los mapas de peligrosidad volcánica, que definen la probabilidad de que pueda producirse un fenómeno adverso producido por una erupción. Los mapas de peligrosidad de Tenerife se encuentran publicados en el Instituto Geográfico Nacional y se muestran a continuación.



### 6.3.-ANÁLISIS DE PROBABILIDAD DE EVENTOS

La probabilidad de los eventos estudiados en los apartados anteriores está determinada desde guías internacionales recomendadas, registros de datos históricos y documentos oficiales de emergencias en Canarias. Respetando la clasificación definida de los eventos posibles, se analiza en los siguientes:

- Riesgos tecnológicos
- Riesgos antrópicos
- Riesgos naturales

### 6.3.1.- Riesgos tecnológicos

La probabilidad de los riesgos tecnológicos estudiados se evalúan según la guía internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2. Con este documento se evalúan los riesgos tecnológicos asociados a fugas y escape de combustible. Se representa en forma de árbol de eventos en los párrafos posteriores.

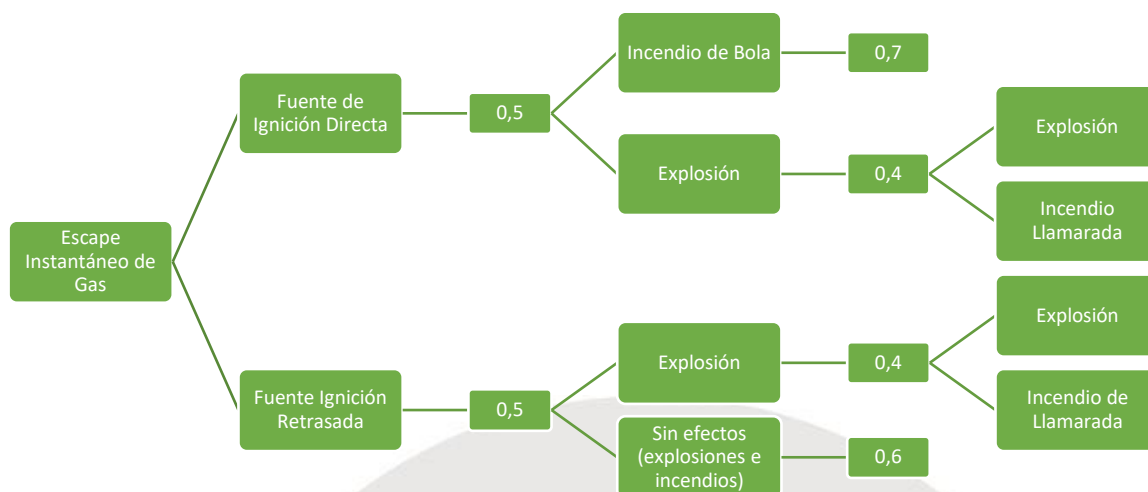
La probabilidad de producirse fugas o escapes de combustible se evalúa, al igual que riesgos asociados, según la guía internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2. Se estudian los procesos de funcionamiento general del sistema y el proceso de carga y descarga del depósito de GNL.

Para las diferentes localizaciones objeto de estudio en el presente documento, se estudian cuatro escenarios que presentan riesgos, y pueden derivar en eventos dañinos para las personas y estructuras cercanas.

#### 6.3.1.1 Probabilidad de riesgos tecnológicos asociados a fugas y escape de combustible

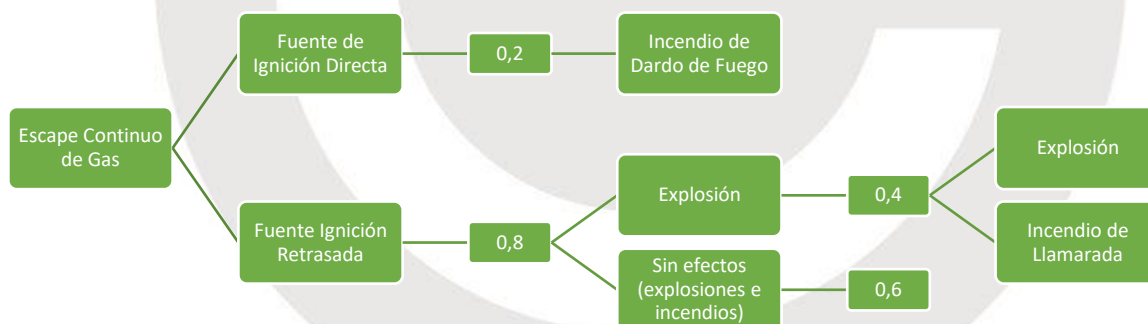
- Escape Instantáneo de Gas

Los escapes instantáneos de gas se pueden dar a partir de la unidad de evaporización del sistema de generación eléctrica a partir de GNL. Se puede observar en el gráfico siguiente los coeficientes de probabilidad de eventos.



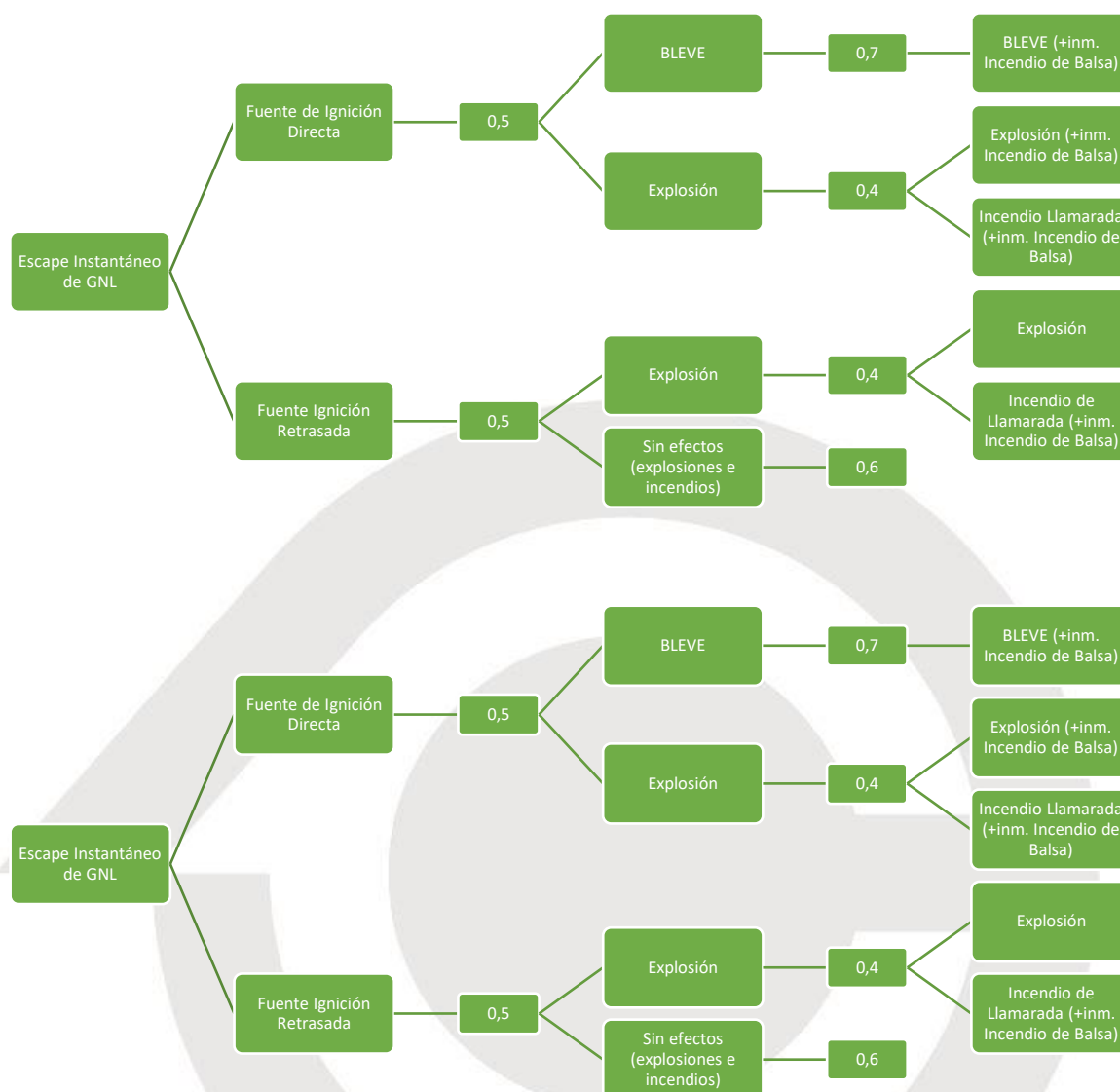
- Escape Continuo de Gas

Los escapes continuos de gas se pueden dar a partir de la unidad de evaporización del sistema de generación eléctrica a partir de GNL. Se puede observar en el grafico siguiente los coeficientes de probabilidad de eventos.



- Escape Instantáneo de GNL

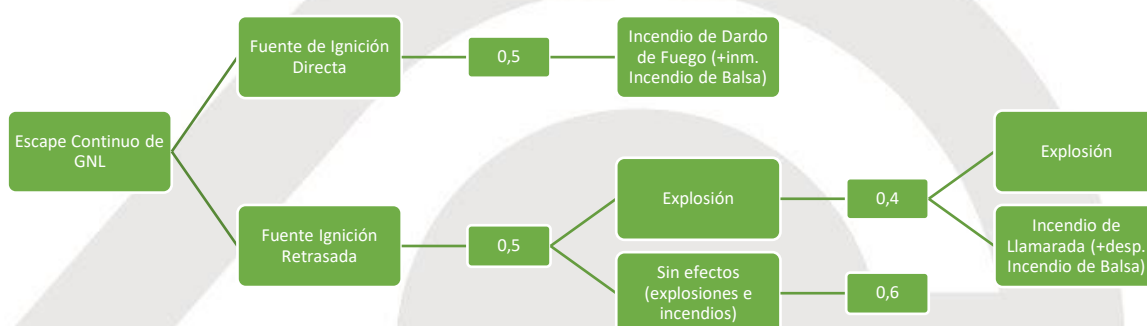
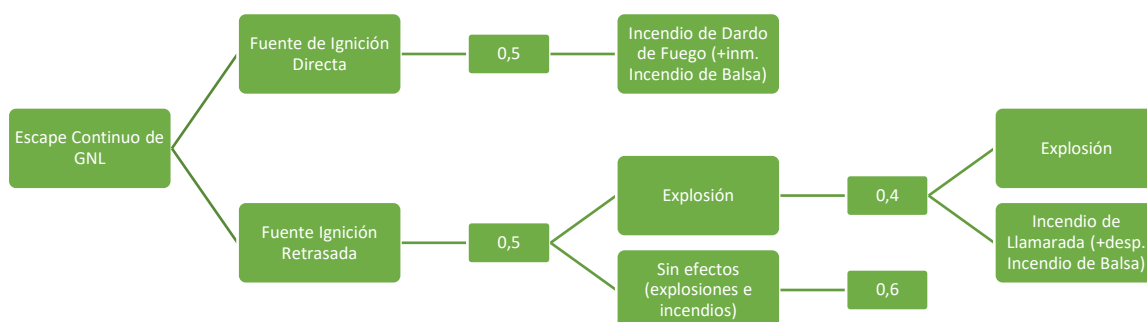
Los escapes instantáneos se pueden dar en el almacenamiento y elementos previos a la evaporación del sistema de generación eléctrica a partir de GNL. También pueden ocasionarse escapes en el proceso de carga y descarga entre el camión cisterna y el depósito de GNL. Se puede observar en el grafico siguiente los coeficientes de probabilidad de eventos.



- Escape Continuo de GNL

Los escapes continuos se pueden dar en el almacenamiento y elementos previos a la evaporación del sistema de generación eléctrica a partir de GNL. También pueden ocasionarse escapes en el proceso de carga y descarga entre el camión cisterna y el depósito de GNL. Se puede observar en el grafico siguiente los coeficientes de probabilidad de eventos.





### 6.3.1.2 Probabilidad de producirse fugas o escapes de combustible

La probabilidad de producirse fugas o escapes de combustible se evalúa en los procesos de funcionamiento general del sistema y el proceso de carga y descarga del depósito de GNL.

En el proceso de funcionamiento del sistema están implicados los siguientes elementos:

- Depósitos presurizados en superficie

| Elemento                           | Escenario                                      | Frecuencia (por año) |
|------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------|
| Depósito presurizado en superficie | Escape instantáneo y total                     | $5 \times 10^{-7}$   |
| Depósito presurizado en superficie | Escape total en 10 min                         | $5 \times 10^{-7}$   |
| Depósito presurizado en superficie | Escape continuo por un agujero de $\Phi$ 10 mm | $1 \times 10^{-5}$   |

- Tuberías y conexiones en superficie

| Elemento                                               | Escenario                                                                          | Frecuencia (por año)(por metro) |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Tubería y conexiones en superficie (entre 75 y 150 mm) | Rotura de tubería                                                                  | $1 \times 10^{-6}$              |
| Tubería y conexiones en superficie (entre 75 y 150 mm) | Fuga con un diámetro del 10 % del diámetro de la tubería, con un máximo con 50 mm. | $5 \times 10^{-6}$              |

- Válvulas de seguridad

| Elemento             | Escenario                                                           | Frecuencia (por año) |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Válvula de seguridad | Escape superior a presión máxima de válvula (con rotura de válvula) | $2 \times 10^{-5}$   |

- Otro elementos (bombas, compresores, evaporadores, quemadores, etc)

Se ha escogido las frecuencias más conservadoras de los elementos implicados en el sistema de aplicación.

| Elemento        | Escenario                                        | Frecuencia (por año) |
|-----------------|--------------------------------------------------|----------------------|
| Otros elementos | Fallo Grave                                      | $1 \times 10^{-4}$   |
| Otros elementos | Fuga con un diámetro del 10 % de las dimensiones | $4.4 \times 10^{-3}$ |

En el proceso de carga y descarga del depósito de GNL están implicados lo siguientes elementos:

- Transporte en camión cisterna

| Elemento        | Escenario                                  | Frecuencia (por año) |
|-----------------|--------------------------------------------|----------------------|
| Camión cisterna | Escape total e instantáneo                 | $5 \times 10^{-7}$   |
| Camión cisterna | Escape en conexiones tuberías y conexiones | $5 \times 10^{-7}$   |

- Carga y descarga GNL (incluido elementos de conexión)

| Elemento         | Escenario                                                                                                                     | Frecuencia en brazo (por hora) | Frecuencia en manguera (por hora) |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Carga y Descarga | Ruptura brazo/manguera de carga y descarga                                                                                    | $3 \times 10^{-8}$             | $4 \times 10^{-6}$                |
| Carga y Descarga | Perdida en el brazo/manguera en carga y descarga con un diámetro del 10 % del diámetro de la tubería, con un máximo de 50 mm. | $3 \times 10^{-7}$             | $4 \times 10^{-5}$                |

- Escenarios adicionales como efecto domino del proceso de carga y descarga.

| Elemento                              | Escenario                                      | Frecuencia (por hora) |
|---------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|
| Carga y Descarga<br>//Camión Cisterna | BLEVE derivado del proceso de carga y descarga | $5.8 \times 10^{-10}$ |

### 6.3.2.- Riesgos antrópicos

La probabilidad de los riesgos asociados al comportamiento de las personas es un factor vinculado a la sociedad establecida en la isla de Tenerife. Para determinar los índices de probabilidad de los sucesos antrópicos se ha consultado el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, donde se realiza un estudio de los eventos estudiando los registros históricos de incidentes.

En este apartado se desarrollarán los posibles riesgos antrópicos que pueda sufrir la unidad generadora con almacenamiento de GNL en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Se prevén riesgos de tipo:

- Terrorismo
- Actos vandálicos
- Impactos mecánicos

| Riesgo             | Comentario                                                                                                                                                     | Frecuencia (por año) |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Terrorismo         | Sin constancia. No se tienen constancia de acciones terroristas en Tenerife.                                                                                   | $1 \times 10^{-5}$   |
| Actos vandálicos   | Sin constancia. No se tienen constancia de actos vandálicos en Tenerife.(con consecuencias considerables)                                                      | $1 \times 10^{-5}$   |
| Impactos mecánicos | Existe constancia de accidentes de transporte con mercancías peligrosas en las vías de la isla de Tenerife, aunque poco frecuente en zonas de uso restringido. | $1 \times 10^{-3}$   |

### 6.3.3.- Riesgos naturales

La probabilidad de los riesgos asociados a efectos naturales adversos se determina por medio de registros históricos de eventos en las islas. Para determinar los índices de probabilidad de los sucesos antrópicos se ha consultado el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, donde se realiza un estudio de los eventos estudiando los registros históricos de incidentes.

En este apartado se desarrollarán los posibles riesgos naturales que pueda sufrir la unidad generadora con almacenamiento de GNL en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Se prevén riesgos de tipo:

- Lluvias
- Vientos Fuertes
- Maremotos
- Terremotos
- Vulcanismo

| Riesgo          | Comentario                                                                                                                                                                                                                                                  | Frecuencia (por año) |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Lluvias         | Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, este tipo de eventos ocurren una vez cada varios años en la isla. La última lluvia torrencial con grandes consecuencias fue en 2002, en Sta. Cruz de Tenerife. | $1 \times 10^{-2}$   |
| Vientos Fuertes | Según el histórico registrado de vientos fuertes con las consecuencias consideradas, se registran cada varias décadas. El último registro de vientos fuertes con graves consecuencias fue en 2005, con la tormenta tropical Delta.                          | $1 \times 10^{-2}$   |
| Maremotos       | Solo existe registrado un maremoto en Garachico en 1706 atribuido a una erupción submarina                                                                                                                                                                  | $1 \times 10^{-5}$   |
| Terremotos      | Según el Plan Territorial Insular de Emergencias de Protección Civil de la isla de Tenerife, este tipo de eventos ocurren rara vez en el Archipiélago Canario                                                                                               | $1 \times 10^{-4}$   |
| Vulcanismo      | Aunque Canarias es una región volcánica activa, la zona en las que se ubica el Puerto de Santa Cruz de Tenerife se encuentran fuera de la zona de riesgo marcadas en los mapas de peligrosidad                                                              | $1 \times 10^{-5}$   |



## 6.4.-Análisis de las consecuencias.

Para realizar una estimación de consecuencias se requiere de una función que relacione la magnitud del impacto, por ejemplo la radiación térmica procedente de un incendio, con el grado de daño causado por el mismo, lo que se conoce como establecer una relación entre la dosis y la respuesta. El método comúnmente más utilizado es el análisis *probit*, que relaciona la variable *probit* (de *probability unit*) con la probabilidad.

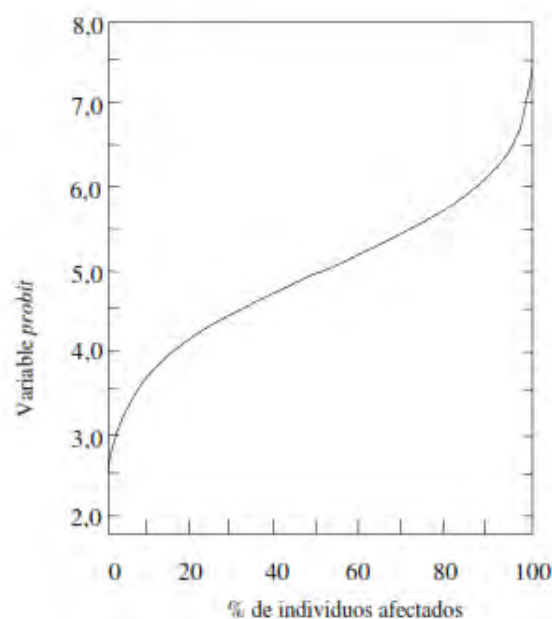
La relación entre porcentaje y variable *probit* se suele reflejar en una expresión como la siguiente:

$$Y = a + b \ln V$$

Donde  $a$  y  $b$  son constantes que se determinan experimentalmente a partir de la información procedente de accidentes. La variable  $V$  es una medida de lo que causa el daño.

La ecuación anterior permite, a partir de los efectos de un accidente (radiación térmica, onda de sobrepresión, etc.), obtener de forma prácticamente directa el porcentaje de muertos y heridos de una determinada tipología (quemaduras de primer y segundo grado, mortalidad, etc.).

En la gráfica y tabla siguiente se muestra la relación entre porcentaje y variable *probit*.



| %  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0  |      | 2,67 | 2,95 | 3,12 | 3,25 | 3,36 | 3,45 | 3,52 | 3,59 | 3,66 |
| 10 | 3,72 | 3,77 | 3,82 | 3,87 | 3,97 | 3,96 | 4,01 | 4,05 | 4,08 | 4,12 |
| 20 | 4,16 | 4,19 | 4,23 | 4,26 | 4,29 | 4,33 | 4,36 | 4,39 | 4,42 | 4,45 |
| 30 | 4,48 | 4,50 | 4,53 | 4,56 | 4,59 | 4,61 | 4,64 | 4,67 | 4,69 | 4,72 |
| 40 | 4,75 | 4,77 | 4,80 | 4,82 | 4,85 | 4,87 | 4,90 | 4,92 | 4,95 | 4,97 |
| 50 | 5,00 | 5,03 | 5,05 | 5,08 | 5,10 | 5,13 | 5,15 | 5,18 | 5,20 | 5,23 |
| 60 | 5,25 | 5,28 | 5,31 | 5,33 | 5,36 | 5,39 | 5,41 | 5,44 | 5,47 | 5,50 |
| 70 | 5,52 | 5,55 | 5,58 | 5,61 | 5,64 | 5,67 | 5,71 | 5,74 | 5,77 | 5,81 |
| 80 | 5,84 | 5,88 | 5,92 | 5,95 | 5,99 | 6,04 | 6,08 | 6,13 | 6,18 | 6,23 |
| 90 | 6,28 | 6,34 | 6,41 | 6,48 | 6,55 | 6,64 | 6,75 | 6,88 | 7,05 | 7,33 |
| -  | 0,0  | 0,1  | 0,2  | 0,3  | 0,4  | 0,5  | 0,6  | 0,7  | 0,8  | 0,9  |
| 99 | 7,33 | 7,37 | 7,41 | 7,46 | 7,51 | 7,58 | 7,65 | 7,75 | 7,88 | 8,09 |

#### 6.4.1.- Ecuaciones *probit* para estimar las consecuencias de la radiación térmica

Existen variedad de ecuaciones *probit* para estimar las consecuencias de la radiación térmica. En el presente análisis de riesgo se han utilizado las siguientes.

- Quemaduras de primer grado:

$$y = -39,83 + 3,0186 \ln(t \cdot q^{4/3})$$

Donde  $t$  es el tiempo de exposición (en segundos) y  $q$  la intensidad de la radiación (en  $\text{Wm}^{-2}$ ).

- Quemaduras de segundo grado:

$$y = -43,14 + 3,0186 \ln(t \cdot q^{4/3})$$

- Mortalidad (sin protección):

$$y = -36,38 + 2,56 \ln(t \cdot q^{4/3})$$

- Mortalidad (con protección):

$$y = -37,23 + 2,56 \ln(t \cdot q^{4/3})$$

Las consecuencias de un incendio están directamente relacionadas al tiempo que la persona es expuesta a la radiación térmica. Un caso especial es el de las "llamaradas" (*flash fire*), que aparecen cuando una nube de vapor se inflama. Deben considerarse dos posibilidades:

- Personas u objetos fuera de la nube: están sometidos a radiación, pero como la duración del fenómeno es muy corta, el daño es limitado y muy inferior al caso siguiente.
- Personas u objetos dentro de la nube: sometidos a un contacto directo con la llama. Las personas sufrirán quemaduras graves sobre una gran parte del cuerpo, la situación se agrava por la ignición más que probable de los vestidos; la probabilidad de muerte es muy elevada. En el caso de personas situadas en el interior de infraestructuras, probablemente estarán protegidas de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios.

#### 6.4.2.- Resultados del análisis *probit*

La siguiente tabla resume las consecuencias de los diferentes eventos que pueden causar la exposición a la radiación térmica en caso de accidentes que impliquen pérdida de contención del combustible, parcial o total.

Para el cálculo de distancias de afectación se han realizado simulaciones utilizando el programa Phast. Se puede obtener más información al respecto en el Anexo del actual informe.

Las simulaciones incluidas en la tabla siguiente se han realizado con una climatología definida con estabilidad de Pasquill F (estable – noche con nubes moderadas y viento suave/moderado) y velocidad del viento 1,5 m/s.

| Evento                                    | Radiación mínima (W/m2) | Distancia en dirección del viento (m) | Tiempo de exposición (s) | Consecuencias ( % de afectados)   |
|-------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Chorro de fuego (horizontal) - fuga 25 mm | 37.500                  | d < 46                                | 1,47                     | Quemaduras de primer grado (10%)  |
|                                           | 37.500                  |                                       | 2,40                     | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|                                           | 37.500                  |                                       | 5,14                     | Quemaduras de primer grado (99%)  |
|                                           | 37.500                  |                                       | 4,40                     | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|                                           | 37.500                  |                                       | 7,18                     | Quemaduras de segundo grado (50%) |
|                                           | 37.500                  |                                       | 15,38                    | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|                                           | 37.500                  |                                       | 5,06                     | Mortalidad sin protección (10%)   |
|                                           | 37.500                  |                                       | 9,02                     | Mortalidad sin protección (50%)   |
|                                           | 37.500                  |                                       | 22,15                    | Mortalidad sin protección (99%)   |
|                                           | 37.500                  |                                       | 7,05                     | Mortalidad con protección (10%)   |
|                                           | 37.500                  |                                       | 12,57                    | Mortalidad con protección (50%)   |
|                                           | 37.500                  |                                       | 30,87                    | Mortalidad con protección (99%)   |
|                                           | 12.500                  | d < 52                                | 6,35                     | Quemaduras de primer grado (10%)  |
|                                           | 12.500                  |                                       | 10,38                    | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|                                           | 12.500                  |                                       | 22,23                    | Quemaduras de primer grado (99%)  |

| Evento | Radiación mínima (W/m2) | Distancia en dirección del viento (m) | Tiempo de exposición (s) | Consecuencias ( % de afectados)   |
|--------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|        | 12.500                  |                                       | 19,03                    | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|        | 12.500                  |                                       | 31,06                    | Quemaduras de segundo grado (50%) |
|        | 12.500                  |                                       | 66,55                    | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|        | 12.500                  |                                       | 21,89                    | Mortalidad sin protección (10%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 39,03                    | Mortalidad sin protección (50%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 95,84                    | Mortalidad sin protección (99%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 30,51                    | Mortalidad con protección (10%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 54,39                    | Mortalidad con protección (50%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 133,58                   | Mortalidad con protección (99%)   |
|        | 4.000                   | d < 56                                | 29,03                    | Quemaduras de primer grado (10%)  |
|        | 4.000                   |                                       | 47,41                    | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|        | 4.000                   |                                       | 101,57                   | Quemaduras de primer grado (99%)  |
|        | 4.000                   |                                       | 86,92                    | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|        | 4.000                   |                                       | 141,93                   | Quemaduras de segundo grado (50%) |
|        | 4.000                   |                                       | 304,07                   | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|        | 4.000                   |                                       | 100,02                   | Mortalidad sin protección (10%)   |



| Evento                               | Radiación mínima (W/m2) | Distancia en dirección del viento (m) | Tiempo de exposición (s) | Consecuencias ( % de afectados)   |
|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|                                      | 4.000                   |                                       | 178,30                   | Mortalidad sin protección (50%)   |
|                                      | 4.000                   |                                       | 437,86                   | Mortalidad sin protección (99%)   |
|                                      | 4.000                   |                                       | 139,40                   | Mortalidad con protección (10%)   |
|                                      | 4.000                   |                                       | 248,51                   | Mortalidad con protección (50%)   |
|                                      | 4.000                   |                                       | 610,28                   | Mortalidad con protección (99%)   |
|                                      | 1.400                   | 58 < d                                | -                        | Inofensivo                        |
| Chorro de fuego (suelo) - fuga 25 mm | 12.500                  | -5 < d < 5                            | 6,35                     | Quemaduras de primer grado (10%)  |
|                                      | 12.500                  |                                       | 10,38                    | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|                                      | 12.500                  |                                       | 22,23                    | Quemaduras de primer grado (99%)  |
|                                      | 12.500                  |                                       | 19,03                    | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|                                      | 12.500                  |                                       | 31,06                    | Quemaduras de segundo grado (50%) |
|                                      | 12.500                  |                                       | 66,55                    | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|                                      | 12.500                  |                                       | 21,89                    | Mortalidad sin protección (10%)   |
|                                      | 12.500                  |                                       | 39,03                    | Mortalidad sin protección (50%)   |
|                                      | 12.500                  |                                       | 95,84                    | Mortalidad sin protección (99%)   |
|                                      | 12.500                  |                                       | 30,51                    | Mortalidad con protección (10%)   |

| Evento          | Radiación mínima (W/m2) | Distancia en dirección del viento (m) | Tiempo de exposición (s) | Consecuencias ( % de afectados)   |
|-----------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|                 | 12.500                  |                                       | 54,39                    | Mortalidad con protección (50%)   |
|                 | 12.500                  |                                       | 133,58                   | Mortalidad con protección (99%)   |
|                 | 4.000                   | -6 < d < 6                            | 29,03                    | Quemaduras de primer grado (10%)  |
|                 | 4.000                   |                                       | 47,41                    | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|                 | 4.000                   |                                       | 101,57                   | Quemaduras de primer grado (99%)  |
|                 | 4.000                   |                                       | 86,92                    | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|                 | 4.000                   |                                       | 141,93                   | Quemaduras de segundo grado (50%) |
|                 | 4.000                   |                                       | 304,07                   | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|                 | 4.000                   |                                       | 100,02                   | Mortalidad sin protección (10%)   |
|                 | 4.000                   |                                       | 178,30                   | Mortalidad sin protección (50%)   |
|                 | 4.000                   |                                       | 437,86                   | Mortalidad sin protección (99%)   |
|                 | 4.000                   |                                       | 139,40                   | Mortalidad con protección (10%)   |
|                 | 4.000                   |                                       | 248,51                   | Mortalidad con protección (50%)   |
|                 | 4.000                   |                                       | 610,28                   | Mortalidad con protección (99%)   |
|                 | 1.400                   | -7 < d < 7                            | -                        | Inofensivo                        |
| Chorro de fuego | 1.400                   | 12 < d                                | -                        | Inofensivo                        |

| Evento                                        | Radiación mínima (W/m2) | Distancia en dirección del viento (m) | Tiempo de exposición (s) | Consecuencias ( % de afectados)   |
|-----------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| (vertical) - fuga 25 mm                       |                         |                                       |                          |                                   |
| Chorro de fuego (45 grados) - fuga 25 mm      | 4.000                   | $d < 18$                              | 29,03                    | Quemaduras de primer grado (10%)  |
|                                               | 4.000                   |                                       | 47,41                    | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|                                               | 4.000                   |                                       | 101,57                   | Quemaduras de primer grado (99%)  |
|                                               | 4.000                   |                                       | 86,92                    | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|                                               | 4.000                   |                                       | 141,93                   | Quemaduras de segundo grado (50%) |
|                                               | 4.000                   |                                       | 304,07                   | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|                                               | 4.000                   |                                       | 100,02                   | Mortalidad sin protección (10%)   |
|                                               | 4.000                   |                                       | 178,30                   | Mortalidad sin protección (50%)   |
|                                               | 4.000                   |                                       | 437,86                   | Mortalidad sin protección (99%)   |
|                                               | 4.000                   |                                       | 139,40                   | Mortalidad con protección (10%)   |
|                                               | 4.000                   |                                       | 248,51                   | Mortalidad con protección (50%)   |
|                                               | 4.000                   |                                       | 610,28                   | Mortalidad con protección (99%)   |
|                                               | 1.400                   | $28 < d$                              | -                        | Inofensivo                        |
| Charco de fuego - Late Pool Fire (Horizontal) | 37.500                  | $5,5 < d < 16$                        | 1,47                     | Quemaduras de primer grado (10%)  |

| Evento | Radiación mínima (W/m2) | Distancia en dirección del viento (m) | Tiempo de exposición (s) | Consecuencias ( % de afectados)   |
|--------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|        | 37.500                  |                                       | 2,40                     | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|        | 37.500                  |                                       | 5,14                     | Quemaduras de primer grado (99%)  |
|        | 37.500                  |                                       | 4,40                     | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|        | 37.500                  |                                       | 7,18                     | Quemaduras de segundo grado (50%) |
|        | 37.500                  |                                       | 15,38                    | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|        | 37.500                  |                                       | 5,06                     | Mortalidad sin protección (10%)   |
|        | 37.500                  |                                       | 9,02                     | Mortalidad sin protección (50%)   |
|        | 37.500                  |                                       | 22,15                    | Mortalidad sin protección (99%)   |
|        | 37.500                  |                                       | 7,05                     | Mortalidad con protección (10%)   |
|        | 37.500                  |                                       | 12,57                    | Mortalidad con protección (50%)   |
|        | 37.500                  |                                       | 30,87                    | Mortalidad con protección (99%)   |
|        | 12.500                  | 5 < d < 20                            | 6,35                     | Quemaduras de primer grado (10%)  |
|        | 12.500                  |                                       | 10,38                    | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|        | 12.500                  |                                       | 22,23                    | Quemaduras de primer grado (99%)  |
|        | 12.500                  |                                       | 19,03                    | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|        | 12.500                  |                                       | 31,06                    | Quemaduras de segundo grado (50%) |

| Evento | Radiación mínima (W/m2) | Distancia en dirección del viento (m) | Tiempo de exposición (s) | Consecuencias ( % de afectados)   |
|--------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|        | 12.500                  |                                       | 66,55                    | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|        | 12.500                  |                                       | 21,89                    | Mortalidad sin protección (10%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 39,03                    | Mortalidad sin protección (50%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 95,84                    | Mortalidad sin protección (99%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 30,51                    | Mortalidad con protección (10%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 54,39                    | Mortalidad con protección (50%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 133,58                   | Mortalidad con protección (99%)   |
|        | 4.000                   | 3 < d < 23                            | 29,03                    | Quemaduras de primer grado (10%)  |
|        | 4.000                   |                                       | 47,41                    | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|        | 4.000                   |                                       | 101,57                   | Quemaduras de primer grado (99%)  |
|        | 4.000                   |                                       | 86,92                    | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|        | 4.000                   |                                       | 141,93                   | Quemaduras de segundo grado (50%) |
|        | 4.000                   |                                       | 304,07                   | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|        | 4.000                   |                                       | 100,02                   | Mortalidad sin protección (10%)   |
|        | 4.000                   |                                       | 178,30                   | Mortalidad sin protección (50%)   |
|        | 4.000                   |                                       | 437,86                   | Mortalidad sin protección (99%)   |



| Evento                                   | Radiación mínima (W/m2) | Distancia en dirección del viento (m) | Tiempo de exposición (s) | Consecuencias ( % de afectados)   |
|------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|                                          | 4.000                   |                                       | 139,40                   | Mortalidad con protección (10%)   |
|                                          | 4.000                   |                                       | 248,51                   | Mortalidad con protección (50%)   |
|                                          | 4.000                   |                                       | 610,28                   | Mortalidad con protección (99%)   |
|                                          | 1.400                   | $1 < d < 25$                          | -                        | Inofensivo                        |
| Charco de fuego - Late Pool Fire (Suelo) | 37.500                  | $-3 < d < 4$                          | 1,47                     | Quemaduras de primer grado (10%)  |
|                                          | 37.500                  |                                       | 2,40                     | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|                                          | 37.500                  |                                       | 5,14                     | Quemaduras de primer grado (99%)  |
|                                          | 37.500                  |                                       | 4,40                     | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|                                          | 37.500                  |                                       | 7,18                     | Quemaduras de segundo grado (50%) |
|                                          | 37.500                  |                                       | 15,38                    | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|                                          | 37.500                  |                                       | 5,06                     | Mortalidad sin protección (10%)   |
|                                          | 37.500                  |                                       | 9,02                     | Mortalidad sin protección (50%)   |
|                                          | 37.500                  |                                       | 22,15                    | Mortalidad sin protección (99%)   |
|                                          | 37.500                  |                                       | 7,05                     | Mortalidad con protección (10%)   |
|                                          | 37.500                  |                                       | 12,57                    | Mortalidad con protección (50%)   |

| Evento | Radiación mínima (W/m2) | Distancia en dirección del viento (m) | Tiempo de exposición (s) | Consecuencias ( % de afectados)   |
|--------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|        | 37.500                  |                                       | 30,87                    | Mortalidad con protección (99%)   |
|        | 12.500                  | -3 < d < 7                            | 6,35                     | Quemaduras de primer grado (10%)  |
|        | 12.500                  |                                       | 10,38                    | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|        | 12.500                  |                                       | 22,23                    | Quemaduras de primer grado (99%)  |
|        | 12.500                  |                                       | 19,03                    | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|        | 12.500                  |                                       | 31,06                    | Quemaduras de segundo grado (50%) |
|        | 12.500                  |                                       | 66,55                    | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|        | 12.500                  |                                       | 21,89                    | Mortalidad sin protección (10%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 39,03                    | Mortalidad sin protección (50%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 95,84                    | Mortalidad sin protección (99%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 30,51                    | Mortalidad con protección (10%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 54,39                    | Mortalidad con protección (50%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 133,58                   | Mortalidad con protección (99%)   |
|        | 4.000                   | -4 < d < 9                            | 29,03                    | Quemaduras de primer grado (10%)  |
|        | 4.000                   |                                       | 47,41                    | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|        | 4.000                   |                                       | 101,57                   | Quemaduras de primer grado (99%)  |

| Evento                                         | Radiación mínima (W/m2) | Distancia en dirección del viento (m) | Tiempo de exposición (s) | Consecuencias ( % de afectados)   |
|------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|                                                | 4.000                   |                                       | 86,92                    | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|                                                | 4.000                   |                                       | 141,93                   | Quemaduras de segundo grado (50%) |
|                                                | 4.000                   |                                       | 304,07                   | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|                                                | 4.000                   |                                       | 100,02                   | Mortalidad sin protección (10%)   |
|                                                | 4.000                   |                                       | 178,30                   | Mortalidad sin protección (50%)   |
|                                                | 4.000                   |                                       | 437,86                   | Mortalidad sin protección (99%)   |
|                                                | 4.000                   |                                       | 139,40                   | Mortalidad con protección (10%)   |
|                                                | 4.000                   |                                       | 248,51                   | Mortalidad con protección (50%)   |
|                                                | 4.000                   |                                       | 610,28                   | Mortalidad con protección (99%)   |
|                                                | 1.400                   | -5 < d < 10                           | -                        | Inofensivo                        |
| Charco de fuego - Early Pool Fire (Horizontal) | 37.500                  | 6 < d < 14                            | 1,47                     | Quemaduras de primer grado (10%)  |
|                                                | 37.500                  |                                       | 2,40                     | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|                                                | 37.500                  |                                       | 5,14                     | Quemaduras de primer grado (99%)  |
|                                                | 37.500                  |                                       | 4,40                     | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|                                                | 37.500                  |                                       | 7,18                     | Quemaduras de segundo grado (50%) |

| <b>Evento</b> | <b>Radiación mínima (W/m2)</b> | <b>Distancia en dirección del viento (m)</b> | <b>Tiempo de exposición (s)</b> | <b>Consecuencias ( % de afectados)</b> |
|---------------|--------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|
|               | 37.500                         |                                              | 15,38                           | Quemaduras de segundo grado (99%)      |
|               | 37.500                         |                                              | 5,06                            | Mortalidad sin protección (10%)        |
|               | 37.500                         |                                              | 9,02                            | Mortalidad sin protección (50%)        |
|               | 37.500                         |                                              | 22,15                           | Mortalidad sin protección (99%)        |
|               | 37.500                         |                                              | 7,05                            | Mortalidad con protección (10%)        |
|               | 37.500                         |                                              | 12,57                           | Mortalidad con protección (50%)        |
|               | 37.500                         |                                              | 30,87                           | Mortalidad con protección (99%)        |
|               | 12.500                         | 6 < d < 17,5                                 | 6,35                            | Quemaduras de primer grado (10%)       |
|               | 12.500                         |                                              | 10,38                           | Quemaduras de primer grado (50%)       |
|               | 12.500                         |                                              | 22,23                           | Quemaduras de primer grado (99%)       |
|               | 12.500                         |                                              | 19,03                           | Quemaduras de segundo grado (10%)      |
|               | 12.500                         |                                              | 31,06                           | Quemaduras de segundo grado (50%)      |
|               | 12.500                         |                                              | 66,55                           | Quemaduras de segundo grado (99%)      |
|               | 12.500                         |                                              | 21,89                           | Mortalidad sin protección (10%)        |
|               | 12.500                         |                                              | 39,03                           | Mortalidad sin protección (50%)        |
|               | 12.500                         |                                              | 95,84                           | Mortalidad sin protección (99%)        |

| Evento | Radiación mínima (W/m2) | Distancia en dirección del viento (m) | Tiempo de exposición (s) | Consecuencias ( % de afectados)   |
|--------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|        | 12.500                  |                                       | 30,51                    | Mortalidad con protección (10%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 54,39                    | Mortalidad con protección (50%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 133,58                   | Mortalidad con protección (99%)   |
|        | 4.000                   | 5 < d < 19,5                          | 29,03                    | Quemaduras de primer grado (10%)  |
|        | 4.000                   |                                       | 47,41                    | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|        | 4.000                   |                                       | 101,57                   | Quemaduras de primer grado (99%)  |
|        | 4.000                   |                                       | 86,92                    | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|        | 4.000                   |                                       | 141,93                   | Quemaduras de segundo grado (50%) |
|        | 4.000                   |                                       | 304,07                   | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|        | 4.000                   |                                       | 100,02                   | Mortalidad sin protección (10%)   |
|        | 4.000                   |                                       | 178,30                   | Mortalidad sin protección (50%)   |
|        | 4.000                   |                                       | 437,86                   | Mortalidad sin protección (99%)   |
|        | 4.000                   |                                       | 139,40                   | Mortalidad con protección (10%)   |
|        | 4.000                   |                                       | 248,51                   | Mortalidad con protección (50%)   |
|        | 4.000                   |                                       | 610,28                   | Mortalidad con protección (99%)   |
|        | 1.400                   | 4 < d < 21                            | -                        | Inofensivo                        |



| Evento                                    | Radiación mínima (W/m2) | Distancia en dirección del viento (m) | Tiempo de exposición (s) | Consecuencias ( % de afectados)   |
|-------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Charco de fuego - Early Pool Fire (Suelo) | 37.500                  | -3 < d < 4                            | 1,47                     | Quemaduras de primer grado (10%)  |
|                                           | 37.500                  |                                       | 2,40                     | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|                                           | 37.500                  |                                       | 5,14                     | Quemaduras de primer grado (99%)  |
|                                           | 37.500                  |                                       | 4,40                     | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|                                           | 37.500                  |                                       | 7,18                     | Quemaduras de segundo grado (50%) |
|                                           | 37.500                  |                                       | 15,38                    | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|                                           | 37.500                  |                                       | 5,06                     | Mortalidad sin protección (10%)   |
|                                           | 37.500                  |                                       | 9,02                     | Mortalidad sin protección (50%)   |
|                                           | 37.500                  |                                       | 22,15                    | Mortalidad sin protección (99%)   |
|                                           | 37.500                  |                                       | 7,05                     | Mortalidad con protección (10%)   |
|                                           | 37.500                  |                                       | 12,57                    | Mortalidad con protección (50%)   |
|                                           | 37.500                  |                                       | 30,87                    | Mortalidad con protección (99%)   |
|                                           | 12.500                  | -3 < d < 7                            | 6,35                     | Quemaduras de primer grado (10%)  |
|                                           | 12.500                  |                                       | 10,38                    | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|                                           | 12.500                  |                                       | 22,23                    | Quemaduras de primer grado (99%)  |

| Evento | Radiación mínima (W/m2) | Distancia en dirección del viento (m) | Tiempo de exposición (s) | Consecuencias ( % de afectados)   |
|--------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|        | 12.500                  |                                       | 19,03                    | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|        | 12.500                  |                                       | 31,06                    | Quemaduras de segundo grado (50%) |
|        | 12.500                  |                                       | 66,55                    | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|        | 12.500                  |                                       | 21,89                    | Mortalidad sin protección (10%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 39,03                    | Mortalidad sin protección (50%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 95,84                    | Mortalidad sin protección (99%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 30,51                    | Mortalidad con protección (10%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 54,39                    | Mortalidad con protección (50%)   |
|        | 12.500                  |                                       | 133,58                   | Mortalidad con protección (99%)   |
|        | 4.000                   | -4 < d < 9                            | 29,03                    | Quemaduras de primer grado (10%)  |
|        | 4.000                   |                                       | 47,41                    | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|        | 4.000                   |                                       | 101,57                   | Quemaduras de primer grado (99%)  |
|        | 4.000                   |                                       | 86,92                    | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|        | 4.000                   |                                       | 141,93                   | Quemaduras de segundo grado (50%) |
|        | 4.000                   |                                       | 304,07                   | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|        | 4.000                   |                                       | 100,02                   | Mortalidad sin protección (10%)   |

| Evento                                | Radiación mínima (W/m2) | Distancia en dirección del viento (m) | Tiempo de exposición (s) | Consecuencias ( % de afectados)   |
|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|                                       | 4.000                   |                                       | 178,30                   | Mortalidad sin protección (50%)   |
|                                       | 4.000                   |                                       | 437,86                   | Mortalidad sin protección (99%)   |
|                                       | 4.000                   |                                       | 139,40                   | Mortalidad con protección (10%)   |
|                                       | 4.000                   |                                       | 248,51                   | Mortalidad con protección (50%)   |
|                                       | 4.000                   |                                       | 610,28                   | Mortalidad con protección (99%)   |
|                                       | 1.400                   | -5 < d < 10                           | -                        | Inofensivo                        |
| Bola de fuego - Fireball              | 4.000                   | -45 < d < 45                          | 29,03                    | Quemaduras de primer grado (10%)  |
| Duración de la bola de fuego = 4,52 s | 4.000                   |                                       | 47,41                    | Quemaduras de primer grado (50%)  |
|                                       | 4.000                   |                                       | 101,57                   | Quemaduras de primer grado (99%)  |
|                                       | 4.000                   |                                       | 86,92                    | Quemaduras de segundo grado (10%) |
|                                       | 4.000                   |                                       | 141,93                   | Quemaduras de segundo grado (50%) |
|                                       | 4.000                   |                                       | 304,07                   | Quemaduras de segundo grado (99%) |
|                                       | 4.000                   |                                       | 100,02                   | Mortalidad sin protección (10%)   |
|                                       | 4.000                   |                                       | 178,30                   | Mortalidad sin protección (50%)   |
|                                       | 4.000                   |                                       | 437,86                   | Mortalidad sin protección (99%)   |
|                                       | 4.000                   |                                       | 139,40                   | Mortalidad con protección (10%)   |

| Evento | Radiación mínima (W/m <sup>2</sup> ) | Distancia en dirección del viento (m) | Tiempo de exposición (s) | Consecuencias ( % de afectados) |
|--------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
|        | 4.000                                |                                       | 248,51                   | Mortalidad con protección (50%) |
|        | 4.000                                |                                       | 610,28                   | Mortalidad con protección (99%) |
|        | 1.400                                | -65 < d < 65                          | -                        | Inofensivo                      |

#### 6.4.3.- Otros resultados

A continuación se presentan resultados de distancias máximas recorridas en caso de fuga por un orificio de diámetro de 25 mm, estabilidad de Pasquill F y viento 1,5 m/s. Los resultados se han calculado para el Límite Superior de Inflamabilidad (LSI) y el Límite Inferior de Inflamabilidad (LII) del gas natural que se data en 15% y 5% de volumen en el aire, respectivamente.

|                                     | Distancia máx. horizontal (LSI) | Distancia máx. horizontal (LII) | Altura máxima (LSI) | Altura máxima (LII) |
|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|
| Nube de gas - fuga horizontal (1 m) | 27,98 m                         | 80,18 m                         | 1,21 m              | 1,41 m              |
| Nube de gas - fuga vertical (2,5 m) | 2,10 m                          | 8,88 m                          | 12,82 m             | 15,53 m             |
| Nube de gas - fuga 45 grados (1 m)  | 14,1 m                          | 23,9 m                          | 8,8 m               | 9,7 m               |

En el caso de sobrepresión causada por BLEVE del depósito, se han recogido a continuación las siguientes distancias (radios en metros) a presiones específicas. Para más información consultar el **Anexo de simulación**.

|                         | Radio 0,7 bar<br>(m) | Radio 0,35 bar<br>(m) | Radio 0,125 bar<br>(m) | Radio 0,05 bar<br>(m) |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| BLEVE - Early Explosion | 6,84                 | 9,94                  | 19,86                  | 42,72                 |

Además se han realizado cálculos de vaporización del charco en caso de pérdida total de contención en el programa Phast, obteniendo una vaporización casi por completo en un tiempo de 424 segundos. Se puede observar gráficamente en el **Anexo de simulación** adjunto.

#### 6.4.3.1 Justificación de distancias de seguridad y protección, según norma ISO/TS 18683:2015

Para la determinación de las zonas de seguridad y protección que establece la norma ISO 18683 alrededor de la instalación de almacenamiento de GNL en el momento de actividad, independientemente de las distancias de seguridad que establece la reglamentación vigente entre el almacenamiento y el motor que suministra electricidad, se han utilizado las zonas determinadas por sobrepresión en el caso de un accidente en el depósito. Estas zonas son:

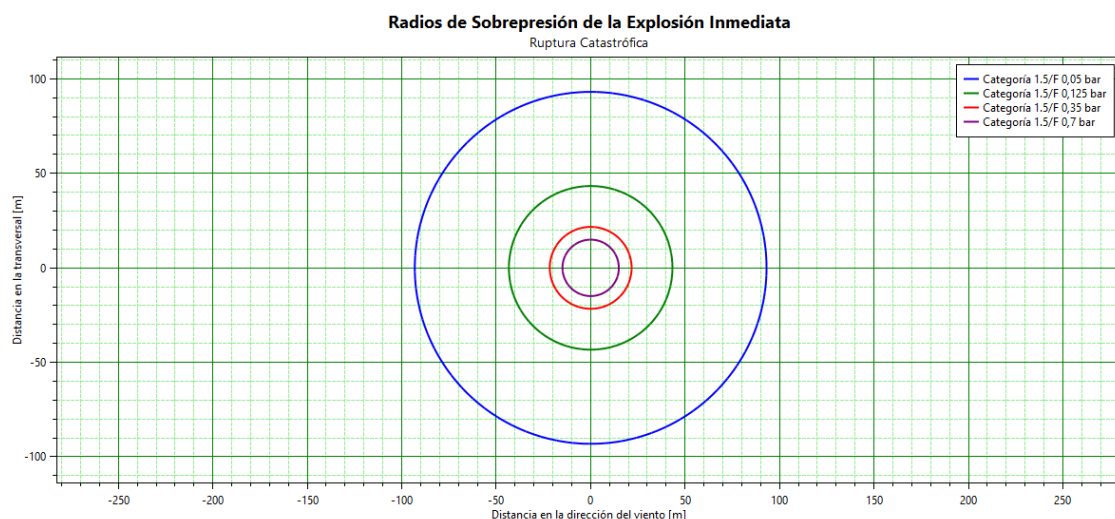
- La zona de intervención (0,125 bar de sobrepresión) que delimita la **zona de seguridad**, con un radio aproximado de **43 m** alrededor del sistema de almacenamiento de GNL y enganche de la manguera de gas al motor generador de electricidad.
- La zona de alerta (0,050 bar de sobrepresión) que delimita la **zona de protección**, con un radio aproximado de **93 m** alrededor del sistema de almacenamiento de GNL y enganche de la manguera de gas al motor generador de electricidad.

La zona de seguridad es la distancia alrededor del sistema a la que sólo puede acceder personal esencial y exclusivamente para actividades que sean permitidas en el área y puedan ser expuestas al gas inflamable en caso de una fuga accidental de GNL o gas natural durante la carga/descarga de GNL y suministro de gas al sistema generador de electricidad.

La zona de protección, que se encuentra alrededor de la zona de seguridad, es aquella en la que el tráfico de barcos y otras actividades deberían ser monitorizados durante las actividades de carga/descarga de GNL y suministro de gas al sistema generador de electricidad.



En la siguiente imagen se muestra la simulación realizada con Phast para estimar las distancias definidas de seguridad y protección.



## 6.5.-EVALUACIÓN DE RIESGOS

La evaluación de riesgos analizará todos los procesos implicados dentro de los límites del Puerto de Santa Cruz de Tenerife.

Se evaluará el transporte por carretera de los camiones cisterna de GNL, encargados de suministrar combustible al sistema de generación eléctrica.

También será estudiado el proceso de carga y descarga de combustible, en el trasvase entre el camión cisterna y el depósito de almacenamiento de GNL.

Por último, se evaluará el sistema de generación con todos los elementos implicados en su funcionamiento. En este estudio de evaluación de riesgos se evalúan los eventos en la Dársena Anaga (Terminal de Carga Rodada)

### 6.5.1.- Riesgos transporte GNL

Los riesgos asociados al GNL y GN en el transporte de GNL en camión cisterna se evaluarán distribuidos en los siguientes bloques:

- Riesgos Tecnológicos

En este apartado de riesgos tecnológicos se evaluarán los riesgos de origen industrial asociados al transporte de GNL por carretera mediante camiones cisterna. A continuación, se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

- Riesgos Antrópicos

En este apartado de riesgos antrópicos se evaluarán los riesgos producto de las acciones o actividades humanas intencionadas. A continuación se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.

- Riesgos Naturales

En este apartado de riesgos naturales se evaluarán los riesgos que tienen su origen en fenómenos naturales. A continuación se muestra la tabla de evaluación de las consecuencias y probabilidades para cada evento valorado.





6.5.1.1 **Riesgos Tecnológicos**

6.5.1.1.1 **Consecuencias**

|            | Riesgo                                  | Evento                | Daños                                 |                                                                                    |                                                                                                                                                                                      | Accidente mortal |                                                                                                                                                                                                    | Accidente con pérdida de tiempo |                                                                                                                                                                            | Escape de hidrocarburos |                                                                                                                    | Consecuencia global |
|------------|-----------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|            |                                         |                       | Personales                            | Materiales                                                                         | Comentarios                                                                                                                                                                          | Clase            | Justificación                                                                                                                                                                                      | Clase                           | Justificación                                                                                                                                                              | Clase                   | Justificación                                                                                                      | Clase               |
| 1-[ID: 01] | Derrame de GNL (sin fuente de ignición) | Líquido criogénico    | Quemaduras / Congelación / Muerte     | Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores | Las fugas se producen principalmente por daños sufridos en la cisterna del camión a consecuencia de un accidente de tráfico.                                                         | 2                | El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA). | 3                               | Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA). | 2                       | Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto. | 2                   |
| 1-[ID: 03] | Nube de gas (con fuente de ignición)    | Deflagración de nubes | Problemas respiratorios / Muerte      | Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores | La fuga del GNL al exterior por rotura de la cisterna, al interactuar con la atmósfera produciría una rápida evaporación con la consiguiente formación de nube tóxica.               | 2                | El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA). | 3                               | Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros adaptado del Plan PEMERCA).  | 2                       | Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto. | 2                   |
| 1-[ID: 04] | Derrame de GNL (con fuente de ignición) | Incendio de charco    | Quemaduras / Lesiones graves / Muerte | Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores | Los efectos de este tipo de accidentes son fundamentalmente: la radiación térmica generada por los incendios y los efectos de los posibles gases tóxicos generados en la combustión. | 2                | El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA). | 3                               | Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA). | 2                       | Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto. | 2                   |
| 1-[ID: 05] | Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición) | Dardo                 | Quemaduras / Lesiones graves / Muerte | Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores | Los efectos de este tipo de accidentes son fundamentalmente los causados en el entorno por el calor generado e irradiado desde el dardo.                                             | 2                | El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA). | 3                               | Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 60 metros (adaptado del Plan PEMERCA). | 2                       | Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto. | 2                   |

|            | Riesgo                                               | Evento | Daños                                 |                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                | Accidente mortal |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Accidente con pérdida de tiempo |                                                                                                                                                                             | Escape de hidrocarburos |                                                                                                                    | Consecuencia global |
|------------|------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|            |                                                      |        | Personales                            | Materiales                                                                                | Comentarios                                                                                                                                                                                                                                                    | Clase            | Justificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Clase                           | Justificación                                                                                                                                                               | Clase                   | Justificación                                                                                                      | Clase               |
| 1-[ID: 06] | Perdida de contención total (con fuente de ignición) | Bola   | Quemaduras // Lesiones graves/Muerte  | Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños en la carretera y alrededores        | Este tipo de incendios puede desencadenar en explosiones y ocasionar daños graves, que pueden llegar a poner en peligro la integridad de la planta.                                                                                                            | 1                | El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. Así como las personas que puedan estar en las inmediaciones del vehículo, e incluso en un amplio radio alrededor del mismo. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 600 metros (adaptado del Plan PEMERCA). | 2                               | Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 600 metros (adaptado del Plan PEMERCA). | 2                       | Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto. | 1                   |
| 1-[ID: 07] | Expansión explosiva de vapor                         | BLEVE  | Quemaduras / Lesiones graves / Muerte | Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños graves en la carretera y alrededores | En caso de que el GNL transportado en camión cisterna a una determinada presión, sufra una evaporación masiva del combustible, a causa de un incendio exterior, puede producir una explosión violenta que puede provocar la proyección de partes del depósito. | 1                | El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. Así como las personas que puedan estar en las inmediaciones del vehículo, e incluso en un amplio radio alrededor del mismo. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 600 metros (adaptado del Plan PEMERCA). | 2                               | Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 600 metros (adaptado del Plan PEMERCA). | 2                       | Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto. | 1                   |
| 1-[ID: 09] | Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)    | UVCE   | Quemaduras / Lesiones graves / Muerte | Pérdida de hidrocarburos / Pérdida económica / Daños graves en la carretera y alrededores | Cuando se produce una fuga, y el gas inflamable encuentra una fuente de ignición (como pueden ser superficies calientes, chispas, motores eléctricos, etc.), deflagra por efecto de la fuente de ignición y se produce la explosión.                           | 1                | El conductor del vehículo se encuentra enormemente expuesto al riesgo, que podría ocasionarle la muerte. Así como las personas que puedan estar en las inmediaciones del vehículo, e incluso en un amplio radio alrededor del mismo. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 300 metros (adaptado del Plan PEMERCA). | 2                               | Toda persona que se encuentre dentro de la zona de riesgo puede resultar herida. La zona de riesgo puede alcanzar hasta un radio de 300 metros (adaptado del Plan PEMERCA). | 2                       | Un camión cisterna transporta en torno a 30000 litros de GNL, lo que son aproximadamente 25 toneladas de producto. | 1                   |



## 6.5.1.1.2 Probabilidades

|            | Riesgo                                               | Evento                | Rango | Probabilidades                                                |                                                                                               |
|------------|------------------------------------------------------|-----------------------|-------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                                                      |                       |       | Frecuencia                                                    | Justificación                                                                                 |
| 1-[ID: 01] | Derrame de GNL (sin fuente de ignición)              | Líquido criogénico    | 5     | Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 <sup>-5</sup> ]. | Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2. |
| 1-[ID: 03] | Nube de gas (con fuente de ignición)                 | Deflagración de nubes | 5     | Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 <sup>-5</sup> ]. | Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2. |
| 1-[ID: 04] | Derrame de GNL (con fuente de ignición)              | Incendio de charco    | 5     | Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 <sup>-5</sup> ]. | Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2. |
| 1-[ID: 05] | Fuga de GNL/GN (con fuente de ignición)              | Dardo                 | 5     | Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 <sup>-5</sup> ]. | Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2. |
| 1-[ID: 06] | Perdida de contención total (con fuente de ignición) | Bola                  | 5     | Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 <sup>-5</sup> ]. | Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2. |
| 1-[ID: 07] | Expansión explosiva de vapor                         | BLEVE                 | 5     | Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 <sup>-5</sup> ]. | Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2. |
| 1-[ID: 09] | Nube de gas no confinada (con fuente de ignición)    | UVCE                  | 5     | Frecuencia inferior a 1 cada 100000 años [10 <sup>-5</sup> ]. | Se ha evaluado según la Guía Internacional "Reference Manual Bevi Risk Assessments" BEVI 3.2. |