



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO ESTACIÓN DE SERVICIO “CIUDAD DE LA IMAGEN”

Autor: Alejandro Ruiz Gutiérrez

Director: Manuel Blasco Siegrist

Madrid

Junio 2023

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

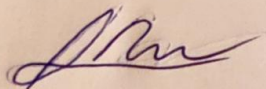
.....Estación de servicio Ciudad de la Imagen.....

.....
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico2022-2023..... es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro,
ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada

de otros documentos está debidamente referenciada.

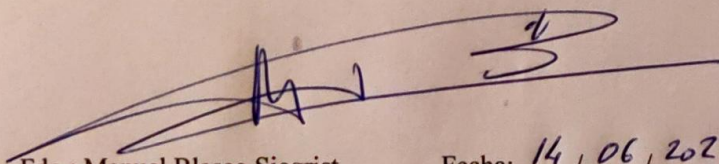


Fdo.: Alejandro Ruiz Gutiérrez

Fecha: 12 / 06 / 2023

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Manuel Blasco Siegrist

Fecha: 14 / 06 / 2023



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO ESTACIÓN DE SERVICIO “CIUDAD DE LA IMAGEN”

Autor: Alejandro Ruiz Gutiérrez

Director: Manuel Blasco Siegrist

Madrid

Junio 2023

ESTACIÓN DE SERVICIO “CIUDAD DE LA IMAGEN”

Autor: Ruiz Gutiérrez, Alejandro.

Director: Blasco Siegrist, Manuel.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

Palabras clave: Estación de servicio, gasolinera, gasóleo, diésel, gasolina, combustible.

1. Introducción

El proyecto trata la completa definición de las distintas instalaciones de una estación de servicio de vehículos, incluyendo instalación de combustible, tienda, autolavado, y equipo aire/agua entre otros. Se realizará con el fin de poder legalizar la instalación.

Esta se situará en el término municipal de Pozuelo de Alarcón, en la comunidad de Madrid, aprovechando el crecimiento de la zona y el emplazamiento del complejo conocido como Ciudad de la Imagen. El terreno colinda con la carretera M-511 y es visible desde la misma, pero no precisa de desvíos especiales o adicionales, ya que a entrada a la estación se realizará desde la calle Fernando Rey, que ya tiene su desvío construido desde la M-511.

A continuación se muestra una ilustración del modelo 3D de la estación generado para facilitar el delineado, organización y análisis del proyecto:



Ilustración 1: Modelo 3D de la estación. Fuente: Elaboración propia.

El objetivo principal es calcular y diseñar las instalaciones que precisa un proyecto de estas características. Los distintos documentos, así como los planos y anexos, pretenden facilitar la consecución del proyecto así como la obtención de las concesiones o autorizaciones de las distintas autoridades competentes para llevar a cabo el proyecto de manera satisfactoria. Además, se incluye un pliego de condiciones, distintos estudios (económico, de seguridad y salud y medioambiental) y un presupuesto para la obra necesaria.

2. Características generales

El terreno, de 5115 m² y propiedad de la empresa que encarga el proyecto, está situado en la zona de oficinas y entretenimiento conocida como “Ciudad de la Imagen”, en el término municipal de Pozuelo de Alarcón, Madrid. Situado exactamente al sur de la carretera M-511 y colindante con la calle Fernando Rey, la elección del emplazamiento se debe principalmente a 3 razones: El tráfico en la mencionada carretera y sus proximidades, la escasez de estaciones de servicio en la zona y la presencia de la Ciudad de la Imagen como centro de atracción de personas (ya sea al cine Kinépolis, al centro comercial Carrefour o a los hoteles y restaurantes presentes en el complejo).

La estación ofrecerá distintos servicios a los clientes y contará con estas zonas:

- Edificio principal: Este constará de una tienda, un almacén y aseos para los clientes. En la tienda existirán distintas cajas para que los estos puedan pagar la gasolina y comprar ciertos bienes como comida o bebida (ultramarineros).
- Zona de suministro de combustible: Contará con tres surtidores dobles (con 4 mangueras en cada lado) y en cada uno de ellos se suministrará gasolina (sin Plomo 95 y 98) y diésel (A y A+), incluyendo un servicio de autopago. Se instalarán los tanques necesarios (de posición horizontal de doble pared) que serán enterrados bajo el pavimento. En concreto, se usarán 3 tanques de 50.000 litros y otros 3 de 30.000 litros de capacidad para optimizar el abastecimiento y suplir la demanda de combustible adecuadamente.
- Zona de recarga eléctrica: Esta correrá a cargo de una empresa externa, la cual pagará un porcentaje a la estación de servicio por habilitar un espacio para el desarrollo de sus funciones.
- Zona de lavado manual: Existirá un espacio en la estación para que los clientes que lo deseen puedan limpiar sus vehículos manualmente con las conocidas como lanzas de lavado a presión.
- Zona de autolavado: Para mayor comodidad (pero a un precio más elevado), se habilitará también un túnel de autolavado para mejorar y hacer más llevadera la experiencia del cliente en la estación de servicio.
- Área de aparcamiento: Destinado tanto para los empleados la estación de servicio como para los clientes que decidan parar y tomar un descanso.
- Zona de aire y agua: En esta zona los clientes podrán medir y cambiar la presión de sus ruedas y rellenar el agua necesaria para sus vehículos.

Cabe destacar el diseño de la instalación mecánica de la estación, que incluye el dimensionado de tanques, redes de tuberías de carga y abastecimiento (y sus correspondientes instalaciones de recuperación de gases en Fases I y II). Además, se ha trazado la red de saneamiento (que incluye las distintas aguas fecales, de lluvia y las contaminadas con hidrocarburos) y su correspondiente proceso de tratado mediante decantadores y separadores previo a su vertido a la red del municipio. Para que los potenciales clientes sean conscientes de la estación, cabe destacar la presencia del poste publicitario visible desde las dos direcciones de la M-511.

3. Metodología y desarrollo

El desarrollo del proyecto ha seguido el esquema especificado de un proyecto “clásico”. Se ha escrito una memoria (con distintas partes, anexos y bibliografía) así como un documento de planos, un pliego de condiciones (necesario para este tipo de proyectos) y finalmente un presupuesto de la obra e instalaciones.

En cuanto a la metodología de trabajo, en primer lugar se eligió el emplazamiento. Para su elección se buscaron terrenos en la Comunidad de Madrid no construidos que estuviesen cerca de vías con IMD medio-alto y poca competencia. Además, la posibilidad de que el autor del trabajo visitase el terreno personalmente facilitó la toma de decisiones en cuanto al solar a emplear.

Elegido el emplazamiento, se comenzó con el delineado (primero a mano y después en Sketchup) del modelo 3D de la estación. Se diseñaron sus distintas instalaciones y áreas y se validó que el terreno era apto para albergar la estación. Teniendo en cuenta este primer esquema se procedió al cálculo de las distintas estructuras presentes.

Tras estos cálculos se comenzó a escribir la memoria descriptiva así como los resultados que arrojan los cálculos estructurales. Se realizó el dimensionado de la instalación mecánica, las redes de tuberías de combustible y saneamiento, los surtidores y otras zonas de la estación como el autolavado. Además se describió la instalación eléctrica (de manera más esbozada pero descriptiva, debido a la naturaleza mecánica de este proyecto).

El siguiente paso fue la elaboración de los planos y posteriormente de los distintos estudios anexados al final de la memoria descriptiva. El presupuesto se realizó de manera simultánea con el estudio económico, validando la viabilidad del proyecto en sus aspectos puramente financieros.

Por último se redactó el pliego de condiciones en el que quedan reflejados los términos y condiciones del proyecto, teniendo en cuenta tanto aspectos técnicos como económicos.

4. Cálculos y resultados

En la Parte II de la memoria descriptiva se pueden observar los resultados arrojados de los cálculos estructurales. Por otro lado, en el Anexo II de la misma se muestra el estudio económico del proyecto, con distintos cálculos y estimaciones a nivel de volumen de negocio, clientes, ingresos, gastos y rentabilidades.

Basándose en el modelo 3D, se procedió al cálculo estructural del edificio principal, la marquesina y el poste publicitario mediante el programa CYPE 3D. Empleando distintas hipótesis (simultáneas o no) de las cargas a las que se verán sometidas las distintas construcciones, se comprobó que todas cumplían con los requerimientos necesarios y se procedió a la siguiente fase. Entre estas cargas estaban presentes tanto el peso propio de la estructura como otras variables cruciales que pueden ser el viento, la nieve o la sobrecarga de uso. Todos estos cálculos se realizaron siguiendo las indicaciones y normativas presentes en el DBSE-AE (Documento Básico Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación).

A continuación se muestra una imagen de la estructura del edificio principal:

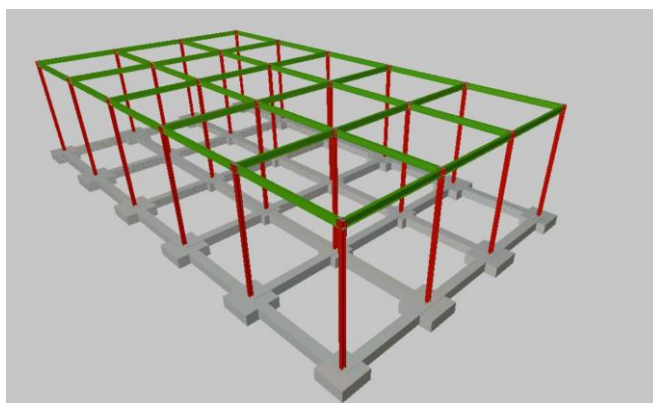


Ilustración 2: Estructura del edificio principal. Fuente: elaboración propia.

En cuanto al estudio económico, las estimaciones de clientes se han realizado siguiendo el IMD de las carreteras más cercanas (M-511 y M-40) y porcentajes de captación de clientes no muy agresivos. A partir de estos datos, se establecieron estimaciones de ingresos (y gastos) anuales en las distintas líneas de negocio de la estación y se calcularon cuentas de resultados extrapoladas hasta el año 2027. Teniendo todo esto en cuenta, se calculó un VAN de 681.801,28 €, un TIR del 23% y un periodo de recuperación de la inversión inicial de unos 5 años y medio.

5. Conclusiones

En resumen, el proyecto consiste en la definición y diseño completo de una estación de servicio de vehículos en Pozuelo de Alarcón, Madrid. La memoria servirá como guía para la obra y además facilitará la redacción de documentos (muchos de los anexos sirven como comienzo y estructura para estos) para así acelerar la obtención de permisos de obra e instalaciones. Se pretende aprovechar el crecimiento de la zona y la presencia de la Ciudad de la Imagen como centro de atracción de potenciales clientes. La estación contará con diversas áreas, como un edificio principal con tienda y aseos, zona de suministro de combustible con surtidores de gasolina y diésel, zona de recarga eléctrica, zona de lavado manual y autolavado, área de aparcamiento y zona de aire y agua. Se ha seguido una metodología de trabajo clásica, incluyendo la elección del emplazamiento, delineado del modelo 3D, cálculos estructurales, redacción de memoria descriptiva, elaboración de planos, estudios económicos y presupuesto.

Los cálculos y resultados demuestran la viabilidad del proyecto, con estimaciones de ingresos, gastos y rentabilidades. En general, este proyecto busca ofrecer una estación de servicio completa y rentable para satisfacer las necesidades de los clientes en la zona además de generar unos ingresos suficientemente significativos para inversores y empresas.

“CIUDAD DE LA IMAGEN” SERVICE STATION

Author: Ruiz Gutiérrez, Alejandro.

Director: Blasco Siegrist, Manuel.

Colaborating Organization: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

ABSTRACT

Key words: Service station, gas station, diesel, diesel, diesel fuel, gasoline, fuel.

1. Introduction

The project deals with the complete definition of the different installations of a vehicle service station, including fuel installation, store, car wash, and air/water equipment among others. It will be carried out in order to legalize the installation.

This will be located in the municipality of Pozuelo de Alarcón, in the community of Madrid, taking advantage of the growth of the area and the location of the complex known as Ciudad de la Imagen. The land borders the M-511 highway and is visible from it, but no special or additional detours are required, since the entrance to the station will be from the Fernando Rey street, which already has a detour built from the M-511.

Below is an illustration of the 3D model of the station generated to facilitate the delineation and analysis of the project:



Figure 3: 3D model of the station. Source: Own elaboration.

The main objective is to calculate and design the installations required for a project of these characteristics. The different documents, as well as the drawings and annexes, are intended to facilitate the achievement of the project as well as to obtain the concessions or authorizations from the different competent authorities to carry out the project in a satisfactory way. In addition, it includes a set of specifications, different studies (economic, health and safety and environmental) and a budget for the necessary work.

2. Main features

The 5115 m² site, owned by the company commissioning the project, is located in the office and entertainment area known as "Ciudad de la Imagen", in the municipality of Pozuelo de Alarcón, Madrid. Located exactly south of the M-511 road and adjacent to Fernando Rey street, the choice of location is mainly due to 3 reasons: The traffic on the aforementioned road and its vicinity, the scarcity of service stations in the area and the presence of the Ciudad de la Imagen as a center of attraction of people (either to the Kinopolis cinema, the Carrefour shopping center or the hotels and restaurants present in the complex).

The station will offer different services to customers and will have the following areas:

- Main building: this will consist of a store, a warehouse and toilets for customers. In the store there will be different cash registers so that customers can pay for gasoline and buy certain goods such as food and beverages (groceries).
- Fuel supply area: There will be three double pumps (with 4 hoses on each side), each of which will supply gasoline (lead-free 95 and 98) and diesel (A and A+), including an autopay service. The necessary tanks (double-walled horizontal position) will be installed and buried under the pavement. Specifically, 3 tanks of 50,000 liters and 3 tanks of 30,000 liters capacity will be used to optimize refueling and supply the fuel demand adequately.
- Electric vehicles charging area: This will be provided by an external company, which will pay a percentage to the service station for providing a space to carry out its functions.
- Manual washing area: There will be a space in the station for customers who wish to clean their vehicles manually with the so-called pressurized jetwash.
- Car wash area: For greater convenience (but at a higher price), a car wash tunnel will also be set up to improve and make the customer's experience at the service station more bearable.
- Parking area: Intended for both service station employees and customers who decide to stop and take a break.
- Air and water area: In this area, customers can measure and change the pressure of their tires and refill the water needed for their vehicles.

It is worth mentioning the design of the mechanical installation of the station, which includes the sizing of tanks, loading and supply piping networks (and their corresponding gas recovery facilities in Phase I and Phase II). In addition, the sewage network has been designed (including the different sewage, rainwater and hydrocarbon-contaminated water) and its corresponding treatment process by means of decanters and separators prior to its discharge into the municipal network. To make potential customers aware of the

station, it is worth noting the presence of the advertising pole (visible from both directions of the M-511).

3. Methodology and development

The development of the project has followed the specified outline of a "classic" project. A report was written (with different parts, annexes and bibliography) as well as a document of plans, a set of specifications (necessary for this type of project) and finally a budget for the work and installations.

As for the work methodology, the first step was to choose the site. In order to choose the site, unbuilt land in the Community of Madrid that was close to roads with medium-high ADI and little competition was searched. In addition, the possibility for the author of the report to visit the site personally facilitated the decision making process regarding the site to be used.

Once the site was chosen, the 3D model of the station began to be drawn (first by hand and then in Sketchup). The different facilities and areas were designed and it was validated that the land was suitable to house the station. Taking into account this first scheme, the calculation of the different structures present was made.

After these calculations, the descriptive report and the results of the structural calculations were written. The dimensioning of the mechanical installation, the fuel and sanitation piping networks, the pumps and other areas of the station such as the car wash was carried out. In addition, the electrical installation was described (in a more sketchy but descriptive way, due to the mechanical nature of this project).

The next step was the preparation of the drawings and then the various studies annexed at the end of the descriptive report. The budget was carried out simultaneously with the economic study, validating the feasibility of the project in its purely financial aspects.

Finally, the specifications were drawn up, reflecting the terms and conditions of the project, taking into account both technical and economic aspects.

4. Calculations and results

Part II of the descriptive report shows the results of the structural calculations. On the other hand, Annex II shows the economic study of the project, with different calculations and estimates at the level of business volume, clients, income, expenses and profitability.

Based on the 3D model, the structural calculation of the main building, the canopy and the advertising pole was carried out using the CYPE 3D program. Using different hypotheses (simultaneous or not) of the loads to which the different constructions will be subjected, it was verified that all of them met the necessary requirements and the next phase was carried out. These loads included the structure's own weight as well as other crucial variables such as wind, snow, and overload. All these calculations were carried

out following the indications and regulations present in the DBSE-AE (Documento Básico Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación).

Below is an image of the structure of the main building:

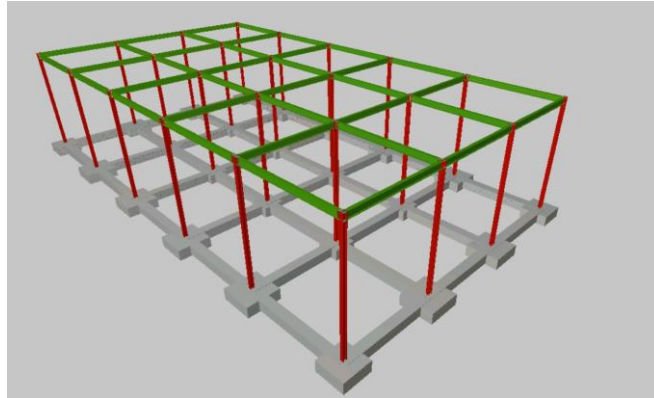


Figure 4: Structure of the main building. Source: own elaboration.

As for the economic study, customer estimates were made based on the IMD of the nearest highways (M-511 and M-40) and not very aggressive customer acquisition percentages. Based on this data, annual revenue (and expense) estimates were established for the different business lines of the station and extrapolated profit and loss (P&L) accounts were calculated up to 2027. Taking all this into account, an NPV of 681,801.28 €, an IRR of 23% and a payback period for the initial investment of about 5 and a half years were calculated.

5. Conclusions

In summary, the project consists of the definition and complete design of a vehicle service station in Pozuelo de Alarcón, Madrid. The report will serve as a guide for the work and will also facilitate the drafting of documents (many of the annexes serve as a start and structure for these) in order to speed up the obtaining of building and installation permits. It is intended to take advantage of the growth of the area and the presence of the Ciudad de la Imagen as a center of attraction for potential clients. The station will have several areas, such as a main building with a store and toilets, a fuel supply area with gasoline and diesel pumps, an electric recharging area, a manual washing and self-washing area, a parking area, and an air and water area. A classic work methodology has been followed, including site selection, 3D model delineation, structural calculations, descriptive report drafting, drawing up of plans, economic studies and budget.

The calculations and results demonstrate the feasibility of the project, with estimates of revenues, costs and profitability. In general, this project seeks to offer a complete and profitable service station to meet the needs of customers in the area as well as to generate a sufficiently significant income for investors and companies.

DOCUMENTO I:

MEMORIA

ÍNDICE

Parte I: Memoria Descriptiva

1. Descripción general del proyecto.....	12
1.1 Antecedentes y objeto	12
1.2 Situación y justificación del emplazamiento.....	14
1.3 Descripción de la instalación	15
1.4 Cuadro de necesidades.....	15
1.5 Entorno y sus condiciones	16
2. Descripción de la obra civil	17
2.1 Descripción general de la obra	17
2.2 Movimiento de tierras	17
2.3 Firmes y pavimentos.....	17
2.4 Señalización	18
3. Edificios y otras estructuras	19
3.1 Edificio principal.....	19
3.1.1 Descripción	19
3.1.2 Cimentación.....	19
3.1.3 Estructura	19
3.1.4 Cubierta	19
3.1.5 Elementos interiores	20
3.2 Marquesina	20
3.2.1 Descripción.....	20
3.2.3 Estructura	21
3.2.4 Cubierta	21
3.3 Poste publicitario	21
3.3.1 Descripción	21
3.3.2 Cimentación.....	21
3.3.3 Estructura	21
3.4 Poste de precios	22
3.4.1 Descripción.....	22
3.4.2 Cimentación.....	22
3.4.3 Estructura	22
3.5 Zona de lavado de vehículos.....	22
4. Instalación mecánica	24
4.1 Tanques de combustible.....	24

4.2 Red de tuberías.....	26
4.2.1 Red de carga de los tanques	26
4.2.2 Red de aspiración.....	27
4.2.3 Red de ventilación.....	27
4.2.4 Red de recuperación de gases FASES I y II.....	27
4.3 Aparatos surtidores.....	29
5. Instalación eléctrica.....	31
5.1 Elementos de la instalación.....	31
5.2 Red de alumbrado.....	32
5.3 Red de fuerza.....	34
5.4 Puesta a tierra.....	34
5.5 Puntos de recarga para vehículos eléctricos.....	35
6. Instalación de aguas y saneamiento	35
6.1 Red de abastecimiento	35
6.2 Red de aguas pluviales	36
6.3 Red de aguas fecales.....	36
6.4 Red de aguas hidrocarburadas	36
6.5 Depuración.....	36
7. Red de aire comprimido y agua	37
8. Instalación contra incendios y seguridad.....	38

Parte II: Cálculos

1. Introducción	40
1.1 Normativa utilizada.....	40
1.2 Acciones sobre el terreno	40
1.2.1 Acciones permanentes.....	40
1.2.2 Acciones variables.....	40
1.3 Estados límite.....	42
1.4 Situaciones del proyecto	42
2. Edificio principal.....	43
2.1 Datos de obra	43
2.2 Estructura.....	45
2.3 Cimentación.....	48
2.4 Vigas de atado.....	49
2.5 Resultados	50
3. Marquesina	76

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

3.1 Datos de obra	76
3.2 Estructura.....	78
3.3 Cimentación.....	81
3.4 Resultados	82
4. Poste publicitario	116
4.1 Datos de obra	116
4.2 Estructura.....	119
4.3 Cimentación.....	121
4.4 Resultados	122

Anexo I: Estudio medioambiental

1. Introducción	140
2. Localización y entorno.....	140
3. Identificación de problemas ambientales	140
4. Impactos	141
5. Acciones de prevención y correctoras.....	143

Anexo II: Estudio económico

1. Introducción	146
2. Consideraciones generales	146
2.1 Situación y emplazamiento	146
2.2 Estimación de clientes.....	146
2.3 Competencia	148
2.4 Evolución del mercado.....	148
3. Ingresos y gastos	149
3.1 Estimación de ingresos	149
3.2 Estimación de gastos.....	151
4. Cuenta de resultados.....	153
5. Balance económico.....	155
6. Indicadores de rentabilidad del proyecto	156

Anexo III: Estudio de seguridad y salud

1. Objeto	160
2. Características y descripción de la obra	160
3. Componentes de la obra	160

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

3.1 Movimiento de tierras	160
3.2 Hormigonado y cimentación.....	161
3.3 Estructuras y edificios	162
3.4 Cerramientos y cubierta	163
3.5 Albañilería	164
4. Instalación provisional.....	164
4.1 Instalación de distribución de hormigón	164
4.2 Instalación contra incendios.....	165
5. Obligaciones del promotor	166
6. Organización y gestión de seguridad y salud	166
6.1 Antecedentes.....	166
6.2 Emplazamiento y descripción de las obras	166
7. Identificación de riesgos.....	168
8. Medios de protección y sus condiciones	168
9. Prevención asistencial en caso de accidente laboral.....	169
10. Información y formación en seguridad y salud	170

Anexo IV: Objetivos de desarrollo sostenible: Agenda 2030

1. Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles	172
2. Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento	172

Anexo V: Bibliografía

1. Libros y normativa de consulta.....	174
2. Programas empleados.....	174
3. Bibliografía y normativas según apartado.....	174

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Vista 3D de la estación (1). Fuente: Elaboración propia	12
Figura 2: Vista 3D de la estación (2). Fuente: Elaboración propia	13
Figura 3: Vista 3D de la estación (3). Fuente: Elaboración propia	13
Figura 4: Vista 3D de la estación (4). Fuente: Elaboración propia	13
Figura 5: Situación y emplazamiento de la estación de servicio. Fuente: Elaboración propia.	14
Figura 6: Posible instalación del jetwash de la estación. Fuente: https://www.washtec-uk.com/self-service-car-washes/2-to-8-bay-rack-systems/	22
Figura 7: Instalación del túnel de autolavado de la estación. Fuente: https://www.washtec-uk.com/conveyor-tunnel-system/the-variable-car-wash/	23
Figura 8: Esquema de uno de los tanques de Lapesa. Fuente: https://www.lapesa.es/sites/default/files/catalogo_lfd.pdf	25
Figura 9: Características y dimensiones principales de los tanques de Lapesa. Fuente: https://www.lapesa.es/sites/default/files/catalogo_lfd.pdf	25
Figura 10: Sistema de detección de fugas de los tanques de Lapesa. Fuente: https://www.lapesa.es/sites/default/files/catalogo_lfd.pdf	26
Figura 11: Fase I de la recuperación de vapores. Fuente: https://www.greentech.es/emisiones-de-cov-en-gasolineras/	28
Figura 12: Fase II de la recuperación de vapores. Fuente: https://www.greentech.es/emisiones-de-cov-en-gasolineras/	28
Figura 13: Aparato surtidor E30W 42 de CETIL elegido para la estación. Fuente: https://www.cetil.com/es/e30w	30
Figura 14: Plano y medidas (en mm) del aparato surtidor E30W 42 de CETIL elegido para la estación. Fuente: https://www.cetil.com/es/e30w	30
Figura 15: Luminaria LED empotrable OREGA N LINX . Fuente: https://www.lampamania.es/panel-led-empotrable-orega-n-linx-120-led-50w-230v-4000k-ip40/	32
Figura 16: Luminaria LED Panel empotrable XELENT. Fuente: https://www.lampamania.es/led-panel-empotrable-xelent-led-50w-230v-4000k-ip40/...	32
Figura 17: Luminaria Reflector LED ENDURA LED. Fuente: https://www.lampamania.es/ledvance-reflector-led-endura-led-50w-230v-ip65/	33
Figura 18: Farola LED SAMSUNG CHIP. Fuente: https://www.lampamania.es/farola-led-samsung-chip-led-100w-230v-4000k-ip65/	33
Figura 19: Posible instalación de los puntos de recarga de la estación. Fuente: Endesa.....	35
Figura 20: Esquema de un separador de hidrocarburos. Fuente: http://www.sietehermanos.com/epages/SieteHermanos.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/SieteHermanos/Products/CP0453_PA02324	37
Figura 21: Modelo PCL WM3 ARMARIO ANALÓGICO de aire y agua. Fuente: https://exclusivasjcrepo.es/equipo-armario-pcl-wm3-con-compresor	38
Figura 22: Estructura y cimentación del edificio principal. Fuente: Elaboración propia	43
Figura 23: Geometría de la barra a estudiar (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.	50
Figura 24: Estructura y cimentación de la marquesina. Fuente: Elaboración propia	76
Figura 25: Geometría de la barra a estudiar (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.	82
Figura 26: : Estructura y cimentación del poste publicitario. Fuente: Elaboración propia.	116
Figura 27: Geometría de la barra a estudiar (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.	122
Figura 28: IMD de la carretera M-511 en 2021. Fuente: Comunidad de Madrid.	146

Figura 29: Evolución IMD carretera M-511 en los últimos años. Fuente: Comunidad de Madrid.....	147
Figura 30: IMD de la zona en 2019. Fuente: Ministerio de Fomento.....	147
Figura 31: Estaciones de servicio más cercanas a la E.S. ciudad de la imagen. Fuente: Elaboración propia.....	148
Figura 32: Evolución de los precios de los carburantes en España en los últimos años. Fuente: https://www.dieselogasolina.com/Estadisticas/Historico	149
Figura 33: Cuenta de resultados estimada para 2023. Fuente: Elaboración propia.....	154
Figura 34: Resumen cuentas de resultados desde 2023 hasta 2027. Fuente: Elaboración propia	155
Figura 35: Balances desde 2023 hasta 2027. Fuente: Elaboración propia.....	155
Figura 36: Índices de rentabilidad y viabilidad del proyecto. Fuente: Elaboración propia.	156
Figura 37: Flujos de caja esperados desde 2023 hasta 2027. Fuente: Elaboración propia.	157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estados límite en los cálculos estructurales. Fuente: CYPE 3D.....	42
Tabla 2: Coeficientes de seguridad de las cargas para el hormigón (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D	43
Tabla 3: Coeficientes de seguridad de las cargas para el acero laminado (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D	44
Tabla 4: : Coeficientes de seguridad de las cargas en caso de incendio (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D	44
Tabla 5: Nudos presentes en la obra (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D	46
Tabla 6: Materiales utilizados en la obra (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.	46
Tabla 7: Características mecánicas de las barras de acero S275 (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.....	46
Tabla 8: Resumen de la cantidad de superficie a pintar en la obra (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D	47
Tabla 9: Resumen de la cantidad de material en barras utilizado en la obra (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D	47
Tabla 10: Geometría de la cimentación de la obra (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.	48
Tabla 11: Resumen de la cantidad de material en la cimentación utilizado en la obra (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.....	48
Tabla 12: Geometría de las vigas de atado usadas en la cimentación de la obra (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.	49
Tabla 13: Resumen de la cantidad de material en las vigas de atado de la obra (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.	49
Tabla 14: Comprobaciones E.LU. resumido de todas las barras a temperatura ambiente (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.....	73
Tabla 15: Comprobaciones E.LU. resumido de todas las barras en situación de incendio (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.....	75
Tabla 16: Coeficientes de seguridad de las cargas para el hormigón (Marquesina). Fuente: CYPE 3D	76
Tabla 17: Coeficientes de seguridad de las cargas para el acero laminado (Marquesina). Fuente: CYPE 3D	77

Tabla 18: Coeficientes de seguridad de las cargas en caso de incendio (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.....	77
Tabla 19: Nudos presentes en la obra (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.....	79
Tabla 20: Materiales utilizados en la obra (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.....	80
Tabla 21: Características mecánicas de las barras de acero S275 (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.....	80
Tabla 22: Resumen de la cantidad de superficie a pintar en la obra (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.....	80
Tabla 23: Resumen de la cantidad de material en barras utilizado en la obra (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.....	80
Tabla 24: Geometría de la cimentación de la obra (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.....	81
Tabla 25: Resumen de la cantidad de material en la cimentación utilizado en la obra (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.....	81
Tabla 26: Comprobaciones E.LU. resumido de todas las barras a temperatura ambiente (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.....	110
Tabla 27: Comprobaciones E.LU. resumido de todas las barras en situación de incendio (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.....	115
Tabla 28: Coeficientes de seguridad de las cargas para el hormigón (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.....	117
Tabla 29: Coeficientes de seguridad de las cargas para el acero laminado (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.....	117
Tabla 30: Coeficientes de seguridad de las cargas en caso de incendio (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.....	117
Tabla 31: Nudos presentes en la obra (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.....	119
Tabla 32: Materiales utilizados en la obra (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.....	120
Tabla 33: Características mecánicas de las barras de acero S275 (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.....	120
Tabla 34: Resumen de la cantidad de superficie a pintar en la obra (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.....	120
Tabla 35: Resumen de la cantidad de material en barras utilizado en la obra (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.....	121
Tabla 36: Geometría de la cimentación de la obra (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.....	121
Tabla 37: Resumen de la cantidad de material en la cimentación utilizado en la obra (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.....	121
Tabla 38: Comprobaciones E.LU. resumido de todas las barras a temperatura ambiente (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.....	137
Tabla 39: Comprobaciones E.LU. resumido de todas las barras en situación de incendio (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.....	138
Tabla 40: Estimación diaria de clientes en la estación. Fuente: Elaboración propia.....	147
Tabla 41: Cantidad estimada de litros suministrados por la estación. Fuente: Elaboración propia.....	150
Tabla 42: Ingresos estimados debidos a repostaje según carburante. Fuente: Elaboración propia.....	150
Tabla 43: Ingresos estimados debidos al autolavado y lavado manual. Fuente: Elaboración propia.....	151
Tabla 44: Gastos estimados debidos a repostaje según carburante. Fuente: Elaboración propia.....	152
Tabla 45: Resumen con los gastos anuales de la estación. Fuente: Elaboración propia.....	153

PARTE I: MEMORIA DESCRIPTIVA

1. Descripción general del proyecto

1.1 Antecedentes y objeto

El objeto del presente documento es conseguir delinear, diseñar, legalizar y facilitar la realización del proyecto de la E.S. Ciudad de la Imagen, en Madrid (en unas tierras concedidas por la empresa petrolera que encarga el proyecto).

El propósito general es establecer distintas líneas de negocio rentables y seguras basadas en un análisis de viabilidad económica, cumpliendo con todas las regulaciones y normativas ambientales y de seguridad aplicables. En este sentido, el documento servirá como guía para la obtención de los permisos y licencias necesarias, así como para la construcción y puesta en marcha de la estación de servicio.

Los servicios ofrecidos e instalaciones presentes en la estación serán los siguientes:

- Repostaje de combustible para vehículos ligeros y pesados
- Caja y tienda de supermercado
- Túnel de autolavado
- Zona de lavado manual
- Zona de recarga eléctrica
- Aire y agua

A lo largo del proceso se tendrán en cuenta distintos aspectos que serán recogidos en varios estudios. El estudio económico estudiará la viabilidad y rentabilidad del proyecto y todos los aspectos financieros del mismo. El estudio de seguridad y salud ayudará a la implementación de medidas de seguridad y se explicará el manejo y almacenamiento adecuado de combustibles para prevenir posibles accidentes derivados de las distintas actividades de una estación de servicio. Finalmente, el estudio medioambiental evaluará los impactos ambientales asociados con la implementación y operación de la E.S. para intentar mitigar sus efectos al máximo.

A continuación se muestran distintas imágenes del modelo 3D de la estación realizado con el programa Sketchup para explicar y ilustrar el diseño y el terreno del proyecto a realizar:



Figura 1: Vista 3D de la estación (1). Fuente: Elaboración propia



Figura 2: Vista 3D de la estación (2). Fuente: Elaboración propia



Figura 3: Vista 3D de la estación (3). Fuente: Elaboración propia.



Figura 4: Vista 3D de la estación (4). Fuente: Elaboración propia.

1.2 Situación y justificación del emplazamiento

El terreno (propiedad de la empresa que encarga el proyecto) está situado en la zona de oficinas y entretenimiento conocida como “Ciudad de la Imagen”, en el término municipal de Pozuelo de Alarcón, Madrid. Situado exactamente al sur de la carretera M-511 y colindante con la calle Fernando Rey, la elección del emplazamiento se debe principalmente a 3 razones:

- El tráfico en la mencionada carretera es elevado (un IMD de 31.699 vehículos en 2019) y además la autopista de circunvalación M-40 se encuentra a escasos 2,5 km del terreno, lo que aporta una mayor afluencia de vehículos.
- La escasez de estaciones de servicio en la zona es también un punto a tener en cuenta, con una única estación en la Ciudad de la Imagen (la del centro comercial Carrefour). Después encontramos otras 3 en un radio de 2,2 km, pero estas se encuentran en una zona más alejada y están más orientadas a abastecer las zonas residenciales de la zona conocida como Somosaguas.
- Además, existe un centro de inspección técnica de vehículos (ITV) relativamente nuevo a solo 400 metros del lugar, lo que aumenta el tráfico de la zona (a parte de la afluencia de personas atraídas por el cine Kinépolis, el centro comercial Carrefour y los hoteles y restaurantes presentes en el complejo).

En el Anexo II: Estudio económico se pueden encontrar número más precisos y desarrollados sobre la justificación del emplazamiento.

El solar tiene una superficie de unos 5115,23 m², no existe nada edificado y hay una vegetación muy reducida. En cuanto a la topografía, tras realizar el pertinente estudio, se revela la necesidad de hacer una nivelación del terreno para poder llevar a cabo la obra. Los accesos a la estación se harán a través de la calle Fernando Rey, de doble sentido.



Figura 5: Situación y emplazamiento de la estación de servicio. Fuente: Elaboración propia.

1.3 Descripción de la instalación

La estación de servicio estará dividida en las siguientes zonas:

- Surtidores: Contará con tres surtidores dobles (con 4 mangueras en cada lado) y en cada uno de ellos se suministrará:
 - Gasóleo A+
 - Gasóleo A
 - Gasolina Sin Plomo 98
 - Gasolina Sin Plomo 95
- Edificio principal: Existirán distintas cajas en la tienda para que los clientes puedan pagar la gasolina y comprar ciertos bienes como comida o bebida (ultramarinos).
- Lavado Manual: Existirá un espacio en la estación para que los clientes que lo deseen puedan limpiar sus vehículos manualmente con las conocidas como lanzas de lavado a presión o “jet wash”.
- Autolavado: Para mayor comodidad (pero a un precio más elevado), se habilitará también un túnel de autolavado para mejorar y hacer más llevadera la experiencia del cliente en la estación de servicio.
- Recarga eléctrica: Esta correrá a cargo de una empresa externa, la cual pagará un porcentaje o alquiler mensual a la estación de servicio por habilitar un espacio para el desarrollo de sus funciones. Constará de un total de 4 puntos (con sus correspondientes plazas de aparcamiento).
- Aire y agua: En esta zona los clientes podrán medir y cambiar la presión de sus ruedas y rellenar el agua necesaria para sus vehículos.
- Área de aparcamiento: Destinado tanto para los empleados la estación de servicio como para los clientes que decidan parar y tomar un descanso. Constará de un total de 5 plazas.

1.4 Cuadro de necesidades

Las instalaciones más importantes que serán necesarias durante la obra son las siguientes:

- Red de abastecimiento de agua.
- Red de saneamiento de aguas hidrocarburadas y fecales.
- Red de alumbrado.
- Red de aire comprimido y agua.
- Protección contra incendios.
- Señalización de tráfico y publicitaria.
- Instalaciones mecánicas y eléctricas.

1.5 Entorno y sus condiciones

El proyecto se va a realizar en la Comunidad de Madrid, por lo que debemos fijarnos en su clima. Esta zona de la península se caracteriza por tener un clima mediterráneo continentalizado. Esto implica que los veranos son calurosos y secos y los inviernos fríos, con temperaturas que pueden bajar fácilmente por debajo de los cero grados centígrados.

Las temperaturas promedio en verano (junio a agosto) varían entre los 20°C y 32°C y en invierno (diciembre a febrero) suelen oscilar entre 1°C y 12°C. La primavera y el otoño son suaves, con temperaturas entre los 15°C y 20°C.

En cuanto a las precipitaciones, los meses más lluviosos son de abril a junio y de octubre a noviembre, promediando un total anual de unos 420 mm. La nieves suelen ser escasas, promediando menos de 4 días al año de nevadas.

Por todo esto, en los cálculos estructurales se tendrá en cuenta una cota de nieve inferior a los 1200m y las precipitaciones no se valorarán en los mismos.

2. Descripción de la obra civil

2.1 Descripción general de la obra

El objetivo de esta sección es proporcionar una visión general de los principales componentes y aspectos relacionados con la construcción de la infraestructura necesaria para la estación de servicio. Durante la obra se llevarán a cabo distintas tareas, empezando por la preparación y adecuación del terreno antes de iniciar la construcción. Una vez que este haya sido allanado y esté asentado, se excavará para preparar la zona de cimentación y las tuberías. Además, se preparará el agujero o foso donde posteriormente se instalarán los tanques de combustible. Una vez finalizadas las tareas de excavación, se procederá a la construcción de la superficie utilizable mediante el vertido de hormigón, para después edificar las distintas estructuras de la estación. Por último se acabarán las instalaciones mecánicas restantes junto a la instalación eléctrica y de alumbrado.

2.2 Movimiento de tierras

Como se menciona anteriormente en el apartado 1.2, tras realizar el pertinente estudio, se revela la necesidad de hacer una nivelación del terreno para poder llevar a cabo la obra.

En primer lugar se realizará un trabajo de desbrozado para limpiar el solar de arbustos, rastrojos y demás vegetación que deba ser retirada. A continuación se realizará la disgregación (escarificación) de la superficie del terreno usando herramientas y maquinaria mecánica y su posterior compactación para conseguir la homogeneización de la superficie.

El siguiente paso es excavar las distintas zanjas para canalizar las tuberías de la estación y después los fosos para alojar las cimentaciones del edificio y marquesina y los distintos depósitos de combustible.

Por último se nivelarán e igualarán todas las áreas del solar hasta conseguir la elevación deseada para el terreno en su conjunto.

2.3 Firmes y pavimentos

Es de obligada necesidad en una instalación de este tipo que el firme sea el adecuado para que los posibles derrames de combustible al suelo no resulten en filtraciones de hidrocarburos hacia el subsuelo. Es por ello que se dividirá este apartado en función de la zona de la estación (siendo algunas más sensibles que otras). Como referencia para este apartado se hará uso de la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" del Ministerio de Fomento. Dado que el IMDp es inferior a 25 se establece una categoría de tráfico pesado T42. Además, gracias al estudio del terreno previo, sabemos que la categoría de la explanada es E2.

Zona de circulación

Esto es toda zona de suelo de la estación distinta a la que se encuentra bajo la marquesina. Para esta zona no se esperan impactos significativos en el suelo pero debe ser impermeable al derrame de combustibles. Por todo esto y, teniendo en cuenta las categorías T42 y E2, resulta en un firme formado por:

- Capa de 25 cm de base de zahorra artificial
- Capa de 5 cm de mezclas bituminosas

Zona de suministro y repostaje

Esto está formado por la zona donde los usuarios de la estación repostan sus vehículos (bajo la marquesina) y por la zona donde se realiza el abastecimiento mediante las bocas de carga. Se instalarán pequeños conductos para conducir los posible derrames de combustible hacia zonas de colección de vertidos. Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores (hidrocarburos) y que además en este caso necesitamos mayor resistencia a impactos (terreno más rígido), es necesario hacer uso de una capa de hormigón para mitigar estos efectos. Por todo ello el firme estará conformado por:

- Capa de 25 cm de base de zahorra artificial
- Capa de 5 cm de mezclas bituminosas
- Capa de 20 cm de hormigón armado

Isletas y aceras

La aceras rodearán el complejo y el edificio principal para facilitar el tránsito de los peatones. Estas contarán con una altura de 20 cm y anchura de 1,5 m y existirá un bordillo que separe las aceras de la calzada.

En cuanto a las isletas se usarán en la zona de repostaje para evitar impactos de vehículos contra los surtidores. La 3 isletas tendrán las mismas características que las aceras y un bordillo que las separe de la calzada.

2.4 Señalización

Se requiere que toda la señalización cumpla con la normativa vigente (Orden Circular 8.1-IC "Señalización vertical" y Orden Circular 292/86 T "Marcas viales"). Esta se dividirá en marcas horizontales en el suelo y señales verticales generales.

Señalización horizontal

Se pintarán distintas indicaciones a lo largo de la estación para indicar el sentido y dirección de la marcha además de marcas para establecer las plazas de aparcamiento tanto en la zona de recarga eléctrica como en la zona de aparcamiento. La pintura debe cumplir la Orden Circular 292/86 T "Marcas viales".

Señalización vertical

En el caso de las señales verticales, cumpliendo con la norma establecida, se instalarán:

- 6 señales de prohibido fumar en cada lado de cada uno de los surtidores.
- 3 señales de ceda el paso, dos en la zona de salida y una en el final del autolavado.
- 6 señales de apagar motor y luces en cada lado de cada uno de los surtidores.

3. Edificios y otras estructuras

3.1 Edificio principal

3.1.1 Descripción

El edificio principal aloja tanto la tienda y las cajas como los aseos de la estación. La superficie total del edificio es de 264 m². Sus dimensiones (la planta es rectangular) son de 22 x 12 m, con una altura de 5 m. Los distintos espacios que componen el edificio se describen aquí:

- Cajas: En esta zona se podrán pagar los bienes adquiridos en la tienda y las gasolina repostada en los surtidores.
- Zona de tienda: Constará tanto de estanterías como de armarios frigoríficos para alojar los distintos productos que se ofrezcan a los clientes.
- Aseos: Existirán dos espacios, uno para caballeros y otro para señoras. En el de caballeros existirán 2 urinarios y 2 inodoros independientes y 2 lavabos con espejos. En el de señoras existirán 4 inodoros independientes y 3 lavabos con espejos.
- Almacén: En este se podrán almacenar tanto los productos de reposición de la tienda como los de limpieza general de la estación.

3.1.2 Cimentación

Los cálculos exactos de la cimentación del edificio se encuentran en la Parte II: Cálculos de este documento. Aún así, se puede avanzar que en la cimentación se usarán zapatas cuadradas y centradas y vigas de atado para asegurar la correcta transmisión de los esfuerzos de la estructura. Los cálculos se han realizado con el programa CYPE 3D, el cual ha arrojado los siguientes resultados: Se usarán 15,47 m³ de hormigón HA-25 (254 kp/cm²) y 594,12 kg de acero B 400 S (ya que se trata de hormigón armado). Por otro lado, para las vigas de atado se usarán 18 m³ del mismo hormigón y 922,88 kg de las varillas del mismo acero. Las dimensiones exactas de zapatas y vigas de atado se encuentran en el apartado de cálculos.

3.1.3 Estructura

Para los cálculos y el dimensionado de la estructura se ha hecho uso de nuevo del programa CYPE 3D. Esta se realizará con acero laminado S275 (con un módulo de elasticidad de 2.140.672 kp/cm²). Se usarán 24 pilares de perfil HE 140 B y 38 vigas de perfil IPE 240. Se han tenido en cuenta las siguientes cargas para los cálculos:

- Sobrecarga de uso
- Carga de nieve
- Carga de viento
- Peso propio

Las uniones entre vigas y pilares se realizarán mediante soldadura, mientras que las de las cimentaciones con los pilares serán atornilladas con placas.

3.1.4 Cubierta

Es usual en este tipo de instalaciones hacer uso de paneles tipo sándwich para cubrir las estructuras de los edificios. Son relativamente fáciles de instalar, proporcionan aislamiento térmico y acústico y se pueden personalizar para adaptarse a la estética deseada del edificio en cuestión. Se debe tener en cuenta el cumplimiento de la norma NBE-CT-79 para los aislamientos térmicos. Para asegurarlo, en este caso, se hará uso de distintos paneles formados por dos capas metálicas que encierren un núcleo aislante de espuma de poliuretano.

3.1.5 Elementos interiores

Se indican en este apartado los distintos elementos necesarios para la finalización de la obra del edificio principal:

Puertas

Existen un total de 5 puertas en el edificio. La principal será automática (sensor de movimiento) y de cristal, para favorecer la entrada de luz al local y facilitar la visualización desde el exterior. La dimensiones de cada plancha serán de 2,5 x 2 m, con un espesor de 7,5 cm.

La puerta trasera será de doble hoja abisagrada con dimensiones de 2,5 x 2 m, mientras que las de los baños y almacén serán de 2 x 1,5 m de una hoja abisagrada.

Falso techo

Es necesaria la instalación de un falso techo a una altura de 3,5 m sobre el suelo del edificio para alojar la instalación de alumbrado y climatización del edificio. En este caso se opta por usar placas de pladur de 60 x 60 cm para este cometido, que irán apoyadas sobre distintas chapas ancladas a la estructura.

Pavimentos

Para los servicios se hará uso de azulejos de cerámica unidos mediante una lechada de cemento. Las dimensiones de estas serán de 15 x 15 cm.

Por otro lado, para el resto del edificio se utilizará un pavimento de microcemento de un color grisáceo, debido a su precio razonable, durabilidad y facilidad de limpiado.

Revestimientos

Todas las paredes interiores del edificio principal se revestirán con yeso controlado YG/L como paso previo a la aplicación de la pintura. El color elegido es blanco para todas las paredes del edificio. Por otro lado, los pilares visibles serán revestidos con distintas placas de aluminio para después ser pintadas del mismo modo que el resto de paredes.

3.2 Marquesina

3.2.1 Descripción

La marquesina de la estación tiene como objetivo cubrir la zona donde los clientes repostan de las posibles inclemencias del tiempo, además de alumbrar la zona durante la noche.

Las dimensiones de esta son 16,45 x 24,4 m, con una altura total de 6 metros.

3.2.2 Cimentación

Los cálculos exactos de la cimentación del edificio se encuentran en la Parte II: Cálculos de este documento. Aún así, se puede avanzar que en la cimentación se usarán zapatas cuadradas y centradas (las dimensiones de cada una se encuentran en los cálculos) y en este caso no serán necesarias las vigas de atado. Los cálculos de la cimentación de nuevo se han realizado con el programa CYPE 3D, el cual ha arrojado los siguientes resultados: Se usarán 14,05 m³ de hormigón HA-25 (254 kp/cm²) y 492,6 kg de acero B 400 S.

3.2.3 Estructura

Para los cálculos y el dimensionado de la estructura se ha hecho uso del programa CYPE 3D. Esta se realizará con acero laminado S275 (con un módulo de elasticidad de 2.140.672 kp/cm²). Se usarán 7 pilares de perfil tubular hueco SHS 150 x 10 y 3 celosías formadas por el mismo perfil junto con distintos SHS 80 para las diagonales de esta. Además, las celosías se han unido mediante distintas vigas de perfil tipo tubular hueco SHS 150 x 10 de nuevo. Se han tenido en cuenta las siguientes cargas para los cálculos:

- Sobrecarga de uso
- Carga de nieve
- Carga de viento
- Peso propio

Las uniones entre vigas y pilares se realizarán mediante soldadura y placas atornilladas en alguno de los casos, mientras que las de las cimentaciones con los pilares serán atornilladas con placas.

3.2.4 Cubierta

Del mismo modo que en el edificio principal y con el objetivo de aislar la instalación de alumbrado de la marquesina, se usarán los mismos paneles sándwich para cubrir la estructura de esta.

3.3 Poste publicitario

3.3.1 Descripción

El objetivo de este cartel es indicar a los conductores de la M-511 y los que se encuentren en la Ciudad de la Imagen la presencia de la estación de servicio para atraer la mayor cantidad de clientes posible. Las dimensiones de esta estructura son las siguientes:

- Dos pilares de 12 metros de altura para soportar el cartel
- Un cartel publicitario rectangular visible tanto desde el este como el oeste de 5 x 8 m.

3.3.2 Cimentación

La cimentación de esta estructura es muy sencilla, se trata de dos zapatas de hormigón HA-25 armado con acero B 400 S unidas a sendos pilares mediante placas atornilladas.

3.3.3 Estructura

Los cálculos y el dimensionado de la estructura se ha realizado gracias al programa CYPE 3D. Esta se realizará con acero laminado S275 (con un módulo de elasticidad de 2.140.672 kp/cm²). Se usarán 2 pilares de perfil tubular hueco SHS 260 x 12,5 y el resto de la estructura estará formado por perfiles perfil tubulares huecos SHS 150 x 10. Se han tenido en cuenta las siguientes cargas para los cálculos:

- Sobrecarga de uso
- Carga de nieve
- Carga de viento
- Peso propio

Las uniones entre vigas y pilares se realizarán mediante soldadura y placas atornilladas en alguno de los casos, mientras que las de las cimentaciones con los pilares serán atornilladas con placas.

3.4 Poste de precios

3.4.1 Descripción

El propósito de este elemento de la estación es indicar los cambiantes precios del combustible en la estación. Por comodidad, se decide hacer uso de tecnología LED para indicar estos números. La estructura se conforma de dos pilares cubiertos posteriormente con distintas partes de plástico previamente fabricadas.

3.4.2 Cimentación

Se hará uso de dos zapatas cuadradas de hormigón HA-25 (254 kp/cm²) armado con varillas de acero B 400 S que soportarán los dos únicos pilares de la estructura.

3.4.3 Estructura

Se trata de una sencilla estructura formada por dos pilares de sección circular que se conectan a las zapatas mediante uniones atornilladas con placas.

3.5 Zona de lavado de vehículos

Esta parte de la estación se divide, a su vez en dos zonas diferenciadas, la zona de lavado manual o jetwash y el túnel de autolavado.

Zona de lavado manual

Este equipamiento será adquirido a una empresa externa llamada WashTec. Esta ofrece sus servicios de instalación para estaciones de lavado manual entre 2 y 8 puestos. En el caso de la E.S. Ciudad de la Imagen, constará con un total de 6 espacios para los clientes. El coste final de esta instalación queda reflejado en el documento presupuestario correspondiente. Por otro lado, los precios de este servicio que se ofrecerá al cliente se encuentran indicados en el Anexo II: Estudio Económico.

La estructura de esta instalación está prefabricada, por lo tanto ya ha sido calculada a efectos de poder comercializarla. A continuación se muestra un concepto artístico para ilustrar el posible resultado final de la instalación:



Figura 6: Posible instalación del jetwash de la estación. Fuente: <https://www.washtec-uk.com/self-service-car-washes/2-to-8-bay-rack-systems/>.

Túnel de autolavado

Para los clientes que deseen mayor comodidad (pero a un precio también mayor) existirá la posibilidad de hacer uso de un túnel de lavado, de modo que no tengan que bajarse del vehículo ni realizar el lavado manualmente.

Este se instalará en la parte trasera de la estación para que no cause molestias ni entorpecimiento a los clientes que simplemente quieran repostar. Aún así, todos los clientes pasarán por delante del túnel, ya que el recorrido antihorario la estación así lo obligará. El coste final de esta instalación queda reflejado en el documento presupuestario correspondiente. Por otro lado, los precios de este servicio que se ofrecerá al cliente se encuentran indicados en el Anexo II: Estudio Económico. Los detalles del equipo son los siguientes:

- Unidades de prelavado para prelavado manual.
- 18 metros de longitud
- Cinta transportadora (acero/material sintético) con ayuda de entrada.
- Terminal de servicio/terminal de operador/sistema de caja registradora.
- Pórtico de entrada.
- Expositores de precios y expositores de clientes.
- Lavado de rueda.
- Lavado de bajos.
- Estación de cepillado con lavadoras de techo y laterales.
- Secadores de aire.
- Sistemas de seguridad
- Semáforo de salida

Se ha decidido hacer uso de nuevo de los servicios de WashTec para la instalación del túnel. En particular se usará el modelo SoftLine² Vario 18 m. A continuación se muestra una imagen de la instalación del túnel:

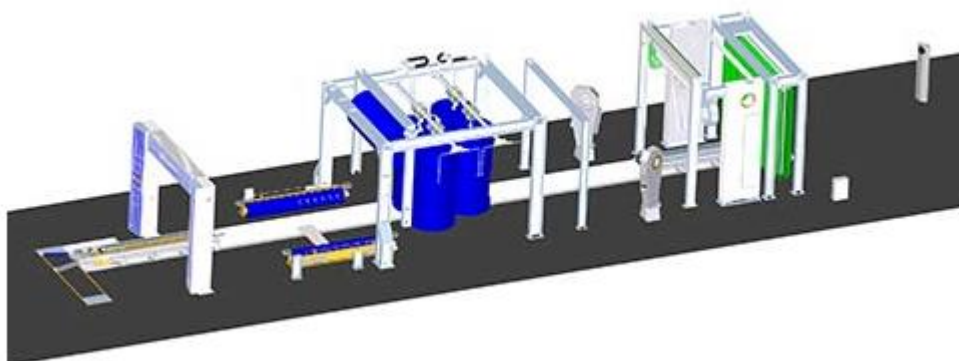


Figura 7: Instalación del túnel de autolavado de la estación. Fuente: <https://www.washtec-uk.com/conveyor-tunnel-system/the-variable-car-wash/>

4. Instalación mecánica

4.1 Tanques de combustible

Teniendo en cuenta los datos de tráfico y clientes diarios (ver Anexo II: Estudio Económico), se esperan los siguientes datos de demanda de combustible semanal:

- Gasóleo A+: 5.401,29 L/semana
- Gasóleo A: 27.007,26 L/semana
- Sin Plomo 98: 2700,65 L/semana
- Sin plomo 95: 18.904,54 L/semana

En base a estos datos y, por logística y evitar llegadas de camiones para abastecer de combustible a la estación todas las semanas, se opta por el siguiente número de tanques:

- 1 tanque de Gasóleo A+ de 30.000 litros de capacidad.
- 2 tanques de Gasóleo A (uno de 50.000 litros y otro de 30.000 litros de capacidad).
- 1 tanque de Sin Plomo 98 de 50.000 litros de capacidad.
- 2 tanques de Sin Plomo 95 (uno de 50.000 litros y otro de 30.000 litros de capacidad).

Todos ellos estarán situados de manera horizontal bajo las bocas de carga correspondientes en la esquina noreste de la estación, de modo que la circulación pueda mantenerse de manera fluida incluso mientras se realiza un reabastecimiento de combustible mediante un camión cisterna.

La instalación de estos se realizará según se indica en la instrucción técnica complementaria MI-IP 04 "Instalaciones para suministro a vehículos" y, como se indica en esta se seguirá la norma UNE 109502. Esta explica que todos los tanques de nueva instalación deben ser de doble pared y deben tener una separación mínima de 1 metro entre las paredes de los tanques colindantes y 0,5 metros entre la pared del foso y la del tanque.

Por tanto, y para cumplir la normativa vigente, se utilizarán los tanques de combustible de acero al carbono que ofrece Lapesa, cuyas características se indican a continuación:

- Para instalaciones enterradas.
- Dimensiones y características de acuerdo con la norma UNE-EN 12285-1.
- Tornillería de acero cincado en las bocas de inspección.
- Cámara estanca entre depósitos interior y exterior, que permite la detección de fugas. (Ver dispositivos de detección).
- Depósito con cubeto incorporado. No es necesario el cubeto de obra civil debidamente impermeabilizado. La doble pared actúa de cubeto.
- El acero utilizado en la construcción, según norma europea EN 10025 (acero al carbono o inoxidable bajo demanda) de gran resistencia mecánica y capacidad de deformación, permite la absorción de golpes, vibraciones (tránsito de vehículos, etc.) o movimientos moderados de terreno. También permite una resistencia adecuada a aditivos, alcoholes, etc.

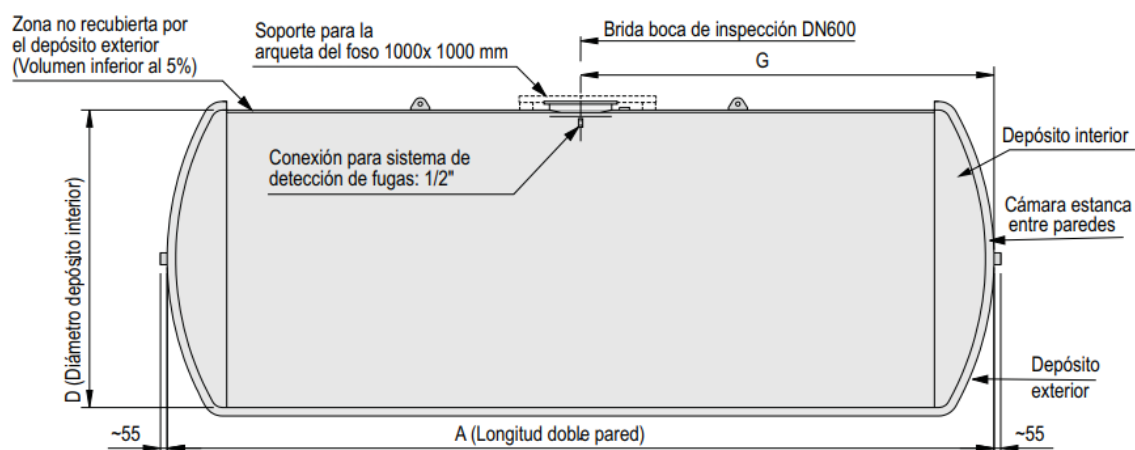


Figura 8: Esquema de uno de los tanques de Lapesa. Fuente: https://www.lapesa.es/sites/default/files/catalogo_lfd.pdf

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES					
Modelos Ref.	Capacidad nominal m³	Peso en vacío (aprox) Kgs	Dimensiones (mm)		
			D	A	G
LFED2000	2	670	1200	1972	989
LFED3000	3	800	1500	1990	925
LFED5000	5	1215	1750	2348	1167
LFED7500	7,5	1650	1750	3405	1167
LFED10	10	2105	1750	4563	1167
LFED15	15	3070	2200	4315	3376
LFED20	20,5	3550	2500	4610	1835
LFED25	25,3	4415	2500	5590	2794
LFED30	30	4795	2500	6590	3295
LFED40	39,9	6050	2500	8575	3985
LFED50	50,4	7465	2500	10750	5375
LFED60	60	8815	2500	12730	5960
LFED70	69,8	9995	2500	14710	7354

Figura 9: Características y dimensiones principales de los tanques de Lapesa. Fuente: https://www.lapesa.es/sites/default/files/catalogo_lfd.pdf

De este modo, se utilizarán los modelos LFED30 (30.000 litros) y LFED50 (50.000 litros) para la estación.

Un aspecto muy importante en este tipo de instalaciones es la seguridad y, por ello, este tipo de tanques vienen equipados con un detector de fugas para poder actuar de la manera más rápida y efectiva posible en caso de emergencia. Aquí se indica las características de este sistema:

DETECCIÓN DE FUGAS:

- Suministro estándar: preparado según esquema para realizar detección de fugas por vacío.
 - Realización de vacío en fábrica.
 - Accesorios colocados (manovacuómetro y llaves de corte).

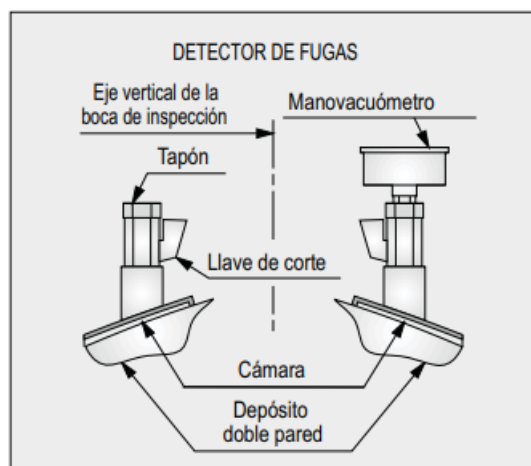


Figura 10: Sistema de detección de fugas de los tanques de Lapesa. Fuente: https://www.lapesa.es/sites/default/files/catalogo_lfd.pdf

4.2 Red de tuberías

En este apartado se explicarán las distintas redes de tuberías con las que se equipará la estación para facilitar su implementación e instalación durante la obra. Esta se llevará a cabo siguiendo la normativa indicada en la Instrucción Técnica Complementaria MI-IP04 "Instalaciones para suministro a vehículos". La red se construirá con tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD). Este tipo de tubería es ampliamente utilizado en la industria petrolera debido a su resistencia química, térmica y mecánica. Son livianas, fáciles de instalar y además no requieren de mantenimiento constante.

La red de tuberías estará formada por 4 partes diferenciadas:

- Red de carga de los tanques
- Red de aspiración
- Red de ventilación
- Red de recuperación de gases FASES I y II

4.2.1 Red de carga de los tanques

Estas tuberías tienen como objetivo unir las bocas de carga de la superficie del suelo (donde los camiones cisterna realizarán el reabastecimiento) con las bocas de entrada de los distintos depósitos. Esta red tiene una longitud mínima debido a la proximidad entre las bocas de carga de los depósitos y además, el combustible caerá por su propio peso a los depósitos gracias a la inclinación y proximidad entre ambas partes. El diámetro de estas tuberías será de 150 mm y la inclinación mínima del 4%.

4.2.2 Red de aspiración

El objetivo de esta red es transportar el combustible desde los tanques hasta los surtidores mediante distintas tuberías. Desde cada tanque saldrá una tubería y, en el caso de la Sin Plomo 95 y el Gasóleo A, al haber 2 tanques, sus respectivas canalizaciones se unirán antes de llegar a la zona de distribución de los surtidores. Como se puede observar en el Plano nº12, del documento “Planos”, se pretende usar la mayor parte de tramos rectos posible, unidos mediante codos en ángulos de 90°. En este caso se hará uso de tuberías con un diámetro nominal de 80 mm.

Además, se instalarán siguiendo una pendiente mínima del 2% de modo que se usarán bombas auxiliares (de Koppens Ibérica o similar) en los tanques en los casos que sea necesario para poder propulsar el combustible hasta los surtidores (estos cuentan con bombas de aspiración). Se instalarán también válvulas antirretorno para evitar que el carburante pueda retornar hacia los tanques en caso de fallo en las bombas. Finalmente, se alojará un sistema de detección electrónico de detección de fugas para detectar y paliar este tipo de problemas del modo más rápido posible.

4.2.3 Red de ventilación

El propósito de este tendido es conseguir la extracción de los distintos vapores y gases producidos por los combustibles en los tanques hacia la atmósfera. Estos provocan un aumento en la presión de los tanques y es por ello que es precisa su expulsión en el caso de que se sobrepasen ciertas presiones muy elevadas (entorno a los 50 mbar).

Se instalará una tubería para cada tanque (un total de 6) con un diámetro nominal de 80 mm. Además, se equipará a cada una con válvulas capaces de detectar estas presiones que se abrirán en dicho caso para evacuar los vapores. La altura requerida para que estos gases salgan a la atmósfera será de 3,5 metros, de modo que estos no puedan prender por accidente.

4.2.4 Red de recuperación de gases FASES I y II

Este sistema de recuperación de vapores implica la recirculación de los mismos durante dos etapas distintas. Primero en el proceso de reabastecimiento del combustible gracias al camión cisterna y después en el proceso de llenado de los depósitos de los vehículos de los clientes que repostan en la estación. A continuación se explican cada una de las etapas detenidamente.

- Fase I: Esta primera fase se basa en la recuperación de los gases que se producen al llenar los distintos depósitos. Durante el llenado de los tanques de la estación, los gases situados en la zona superior de los mismos se ven desplazados hacia el tanque del camión cisterna, que se irá lleno de estos gases (que serán posteriormente tratados en plantas especializadas).

Para que esto sea posible, se instalarán distintas tuberías que conectarán las bocas superiores de los tanques con la de recuperación, de modo que el camión se conectará a las bocas de carga y de recuperación (por la primera entrará el combustible al tanque de la estación y por la segunda saldrán los gases hacia la cisterna). Es de suma importancia indicar que el gasóleo y la gasolina se recuperarán de manera separada (dado que sus vapores generados no se pueden mezclar). A continuación se muestra una imagen ilustrativa de este proceso.

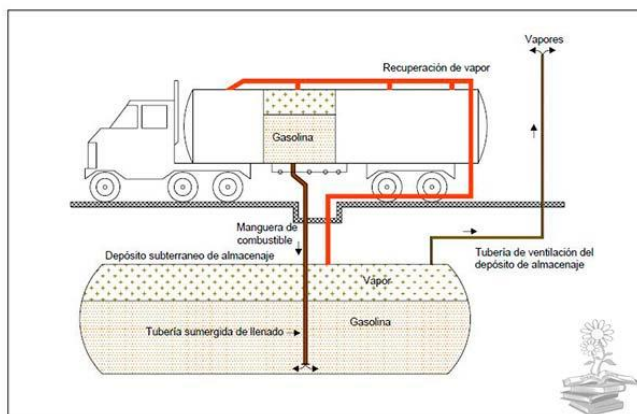


Figura 11: Fase I de la recuperación de vapores. Fuente: <https://www.greenteach.es/emisiones-de-cov-en-gasolineras/>

- Fase II: Esta fase es similar a la comentada anteriormente, pero los actores son diferentes. Aquí, los gases recuperados son los de los depósitos de los vehículos que repostan. Estos son llevados mediante el sistema hacia los tanques (desde donde serán posteriormente extraídos hacia los camiones cisterna en la primera fase). Este sistema se planteará de tal modo que no sea necesario crear un tendido distinto, si no que las tuberías de extracción de los vapores hacia los tanques de la estación irán de manera coaxial alrededor de las de aspiración, ahorrando así tiempo y espacio. A continuación se muestra una imagen ilustrativa de este proceso.

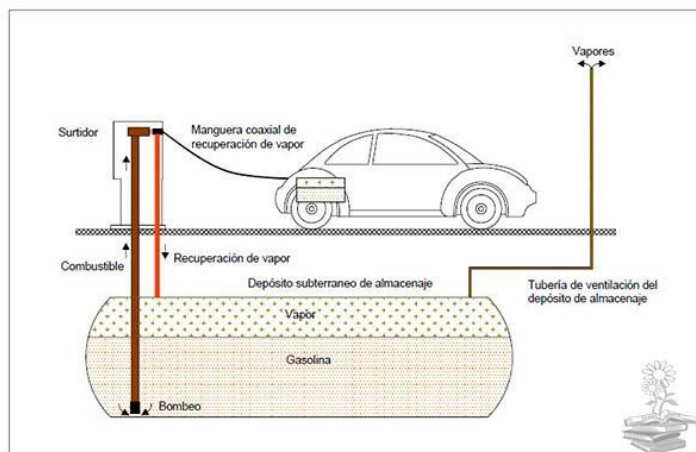


Figura 12: Fase II de la recuperación de vapores. Fuente: <https://www.greenteach.es/emisiones-de-cov-en-gasolineras/>

4.3 Aparatos surtidores

La zona de repostaje está situada bajo la marquesina, para proteger a los clientes (y a los aparatos surtidores) de las posibles inclemencias del tiempo. Existirán 3 surtidores dobles, otorgando a la estación una capacidad total de 6 puntos de recarga simultáneos. Todos ellos serán iguales y estarán instalados en sus correspondientes isletas. Cada uno de los puntos estará instalado con barreras de protección que evitarán colisiones directas de vehículos con los aparatos surtidores. Además, se colocará en cada punto una papelera, un dispensador de guantes para facilitar el repostaje y las distintas señales pertinentes indicadas en el apartado 2.4 Señalización.

El modelo de surtidor elegido para la estación será el E30W 42 de la marca CETIL. Este presenta las siguientes características:

- 4 mangueras
- Dos puntos de suministro
- Diversos caudales de suministro (40 L/min)
- Predeterminación de suministro en importe
- Indicación óptica de producto en el display
- Chasis y revestimiento en acero F114 galvanizado
- Imprimación epoxy anticorrosiva
- Pintura poliéster en polvo horneada
- Válvulas de rotura de manguera (breakaway)
- Calibración electrónica
- Kit para la identificación de productos según R.D. 639/2016
- Amplio espacio para instalación de sistemas de pago o multimedia
- 3,40m de manguera
- Motor trifásico 220VAC o 380VAC
- Ejecución para bomba sumergida
- Electrónica CETIL-EAS2 escalable y modular
- Filtro de malla a la entrada de la bomba
- Filtros de cartucho en aparatos surtidores sin bomba
- Protocolo de comunicaciones EAS1
- Preparado para la instalación de recuperación de vapores (Fase-II)
- Rango de temperatura ambiente de funcionamiento: -20°C a +40°C (según certificado ATEX LOM13ATEX2057)
- Rango de temperatura del líquido a medir: -25°C a +50°C

Cabe destacar que, en los casos en los que sea necesario, el sistema contará con bombas de auxiliares en los tanques. Además, los aparatos incorporarán (según dicta la MI-IP04) un dispositivo de parada de bomba después de 1 minuto sin uso, disparo de boquerel tras llenado de depósito, parada en el suministro si hubiese algún error en el sistema y puesta a tierra del surtidor.

A continuación se muestran distintas imágenes del surtidor elegido para ilustrar el modelo elegido:



Figura 13: Aparato surtidor E30W 42 de CETIL elegido para la estación. Fuente: <https://www.cetil.com/es/e30w>

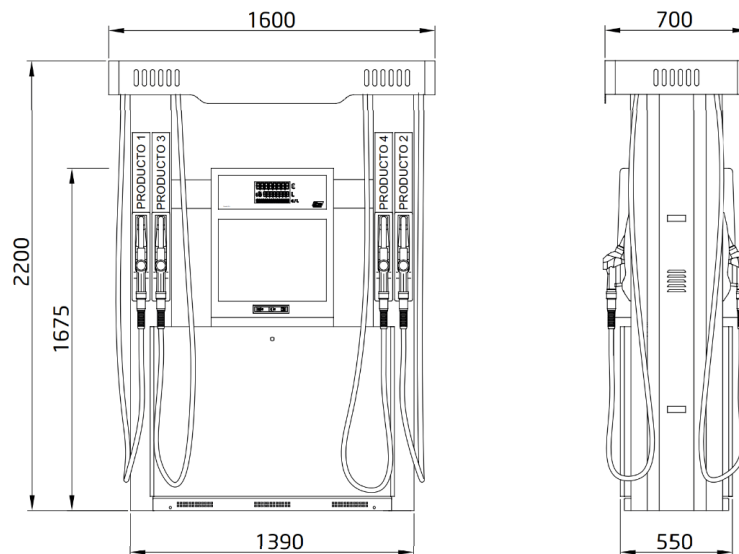


Figura 14: Plano y medidas (en mm) del aparato surtidor E30W 42 de CETIL elegido para la estación. Fuente: <https://www.cetil.com/es/e30w>

5. Instalación eléctrica

En este apartado se describirá la instalación de los circuitos eléctricos necesarios para que la estación cubra su demanda. Estas instalaciones incluirán los alumbrados de los edificios y zonas exteriores de la estación, las tomas de corriente, todo lo necesario para el correcto funcionamiento de la instalación mecánica y las distintas bombas de la estación.

Esta instalación debe llevarse a cabo en cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2002). Se seguirán las distintas normas denominadas como ITC-MIE-BT-5, ITC-MIE-BT-9, ITC-MIE-BT-25, ITC-MIE-BT-26 e ITC-MIE-BT-27 para asegurar que se cumplen todos los requerimientos a la hora de electrificar una estación de servicio de estas características. El suministro será en baja tensión desde el punto elegido por la compañía eléctrica para alimentar la estación.

5.1 Elementos de la instalación

Caseta de transformación

Esta estará situada también según lo determine la compañía eléctrica. El cometido de esta instalación es realizar la transformación de la media tensión desde la red de distribución a baja tensión para el correcto suministro en las distintas instalaciones de la estación. Esta contendrá en su interior los siguientes elementos:

- Transformador trifásico
- Contador de potencia (determinará los consumos de la estación)
- Caja de protección (fusibles, interruptores de corte automático...)
- Ropa de aislamiento o protección

Transformador de tensión trifásico

Este estará situado en la caste anteriormente descrita. Será de la marca Gedelsa o alguna similar y cumplirá las especificaciones requeridas por la compañía eléctrica. La conexión será Dyn11 y la tensión de cortocircuito del 6%.

Redes de cableado

Existirán dos redes principales para alimentar la estación:

- Red bajo tierra: Esta transportará la energía a los surtidores, zona de recarga eléctrica y el lavado y autolavado.
- Red de alumbrado: Esta se encargará de abastecer el edificio principal y el alumbrado general de toda la estación.

Cuadro general de distribución

Este es un componente crucial en cualquier instalación eléctrica. Estará preparado para instalarse en una pared y en este se encontrarán distintos elementos de control y protecciones del sistema eléctrico de la estación. Además, este será el punto de conexión principal de los conductores provenientes del punto de acometida y el resto de cables de salida que se dirigen a los circuitos y equipos de la estación. La instalación del mismo se llevará a cabo según la norma ITC-MIE-BT-17 y en el interior de la puerta del cuadro se mostrará el diagrama unifilar que se encuentra en el apartado de planos del proyecto.

5.2 Red de alumbrado

Esta red proporcionará a la estación la iluminación necesaria tanto en el edificio principal como en la marquesina y otras zonas exteriores del recinto. Existirán 4 zonas de alumbrado:

- Edificio principal
- Monoposte
- Marquesina
- Alumbrado exterior

Además se contará con un alumbrado de emergencia en estas zonas.

Edificio principal

Existirán dos tipos de luminarias para este edificio:

En la zona de la tienda y cajas se hará uso de las luminarias LED empotrable OREGA N LINX 120 LED/50W/230V 4000K IP40. Estas tienen 50 W de potencia y 4250 lúmenes. Son de metal, empotrables y de un color blanco que concuerda con la estética del interior del edificio. Se hará uso de un total de 10 luminarias como esta.



Figura 15: Luminaria LED empotrable OREGA N LINX. Fuente:
<https://www.lampamania.es/panel-led-empotrable-orega-n-linx-120-led-50w-230v-4000k-ip40/>

En cambio, en los aseos y almacén no se requiere tanta potencia lumínica, por lo que se opta por la luminaria LED Panel empotrable XELENT LED/50W/230V 4000K IP40, con 50 W de potencia pero 3600 lúmenes. Se necesitarán 6 en cada baño y 4 en el almacén, con un total de 10 de estas de luminarias.



Figura 16: Luminaria LED Panel empotrable XELENT. Fuente:
<https://www.lampamania.es/led-panel-empotrable-xelent-led-50w-230v-4000k-ip40/>

Monoposte

Para el monoposte se hará uso de 8 focos tipo Reflector LED ENDURA LED/50W/230V IP65, con una potencia de 50 W y 4500 lúmenes. Estos permitirán el correcto alumbrado del cartel publicitario de la estación durante la noche.



Figura 17: Luminaria Reflector LED ENDURA LED. Fuente: <https://www.lampamania.es/ledvance-reflector-led-endura-led-50w-230v-ip65/>

Marquesina

Dado que durante la noche la estación estará en funcionamiento, es necesaria la instalación de alumbrado en la marquesina para iluminar la zona de repostaje correctamente. Para estas se usarán también 8 luminarias LED empotrable OREGA N LINX 120 LED/50W/230V 4000K IP40. Estas tienen 50 W de potencia y 4250 lúmenes. (Las mismas que en el edificio principal).

Alumbrado exterior

Para este cometido se usarán farolas tipo LED SAMSUNG CHIP LED/100W/230V 4000K IP65, con una potencia de 100 W y 8400 lm. Se calcula que se necesitará un total de 10 farolas para el correcto alumbrado de las instalaciones exteriores de la estación.



Figura 18: Farola LED SAMSUNG CHIP. Fuente: <https://www.lampamania.es/farola-led-samsung-chip-led-100w-230v-4000k-ip65/>

Alumbrado de emergencia

Se dispondrá de un total de 6 equipos (4 para el edificio y 2 en la marquesina) para poder alumbrar la zona en caso de cortes de luz durante 1 hora. Se elige el modelo Fulgur 26200 - Lámpara LED de emergencia SAFEBOY LED/11W/230V IP65 para este cometido. Cuenta con 11 W de potencia y 270 lm, con una duración de 1h de la batería.

5.3 Red de fuerza

Esta red es la encargada de transportar la energía eléctrica a los equipos y sistemas que requieren mayor capacidad de carga. En este caso, se conectarán los dos lavados, los surtidores y la zona de recarga eléctrica. Esta estará gestionada desde el cuadro general de protección y distribución para que las protecciones puedan evitar posibles accidentes como contactos de cortocircuito directos.

Toda la instalación se realizará con tubos de PVC para aislar los conductores y las zonas interiores se hará a través del falso techo.

Es importante saber que para cumplir con la normativa pertinente de baja tensión, la caída de tensión será del 5% como máximo en esta red.

5.4 Puesta a tierra

Las puestas a tierra se realizan para establecer límites de tensión (con respecto a tierra) asegurando así la correcta actuación de los dispositivos de protección y reduciendo el riesgo asociado a posibles averías en los aparatos y materiales eléctricos usados. Además, en un complejo como este (Estación de Servicio) cobra mayor importancia debido a la presencia de sustancias inflamables en el recinto. Esta se llevará a cabo conforme a la norma ITC-MIE-BT-18, que trata las instalaciones de puesta a tierra en baja tensión.

Se instalará de este modo un anillo bajo el terreno que rodee todo el perímetro de la instalación. Este (y las distintas derivaciones) será de cobre trenzado sin recubrimiento, de una sección de 35mm² contando con un sistema de desconexión con arqueta o control, al que se conectarán los distintos electrodos que permitirán la puesta a tierra.

Todas las estructuras externas que puedan tener capacidad de conducir electricidad deberán conectarse mediante cables reforzados de cobre (según DIN 46235) al anillo, para asegurar su correcta puesta a tierra. Esto incluirá estructuras metálicas, depósitos, puntos de recarga eléctrica y surtidores, además de las distintas farolas presentes en el terreno y aparatos eléctricos de la instalación.

5.5 Puntos de recarga para vehículos eléctricos

Esta innovadora instalación de la estación correrá a cargo de la empresa que implemente sus servicios en la estación. Esta simplemente prestará su terreno para que la empresa de puntos de recarga pueda desarrollar sus funciones, a cambio de una mensualidad para la estación. Se instalarán un total de 4 puntos de carga ultrarrápida, de unos 150 kW.



Figura 19: Posible instalación de los puntos de recarga de la estación. Fuente: Endesa

6. Instalación de aguas y saneamiento

Esta instalación se divide entre el abastecimiento para aseos y lavado de coches y saneamiento general de todas las aguas de la estación (pluviales, fecales e hidrocarburadas).

6.1 Red de abastecimiento

Mediante esta red se realizará la distribución del agua para los baños y lavado de la estación. Se realizará a través de la red municipal (Canal Isabel II) cumpliendo con los requisitos que esta imponga. El punto de acometida de la estación será el decidido por la red municipal. Será necesaria también la instalación de los siguientes elementos:

- Válvula de toma: Esta se coloca en la tubería general y permite a la empresa de distribución cortar el suministro en cualquier momento.
- Válvula de paso: Habrá distintas en localizaciones como el lavado, los aseos del edificio principal o en la zona de aire y agua. Su objetivo es impedir el retorno del agua a la red de principal gracias a la válvula de retención.
- Contador: Se instalarán con las válvulas de paso.
- Medidores de presión y caudal: En la zona de acometida para que la empresa distribuidora pueda comprobar los niveles en todo momento.

Para la distribución por la estación se emplearán tuberías de PVC de un diámetro de 200 mm e irán a unos 70 cm por debajo del nivel del suelo. En cambio, en el edificio principal las tuberías serán de un diámetro inferior (120 mm), instaladas en el interior de las paredes y llegando desde una cota superior al equipo que suministre.

6.2 Red de aguas pluviales

Esta es una parte crucial, dado que todas aquellas aguas que entren en contacto con el suelo de la estación no podrán ser consideradas pluviales (al poder estar contaminadas por los hidrocarburos presentes en el pavimento).

Por ello, se recogerán simplemente las que caigan en el edificio y marquesina, mediante canalones. Estos conducirán a tuberías de características similares a las de la red de distribución (200 mm de diámetro) enterradas también bajo el suelo de la estación (a 50 cm de profundidad) y con una pendiente mínima de 2%.

6.3 Red de aguas fecales

Esta red debe desalojar las aguas provenientes de los aseos del edificio principal hacia la red municipal de saneamiento. El correcto tratado de estas aguas es imprescindible y por ello se las hará pasar por un decantador de sólidos antes de llegar al alcantarillado. Además, se instalará un sifón para evitar olores innecesarios.

Las tuberías serán de PVC y su diámetro será de 100 mm a la salida de los aseos y acabarán en 200 mm en el transporte hasta la red de alcantarillas. Se impondrá una pendiente mínima de 2% y una profundidad de 60 cm.

6.4 Red de aguas hidrocarburadas

Es de obligado cumplimiento por ley que todas las aguas que puedan entrar en contacto con vertidos tipo gasóleos o restos de hidrocarburos sean tratadas antes de su trasvase a la red de alcantarillas. Es por ello que todas las zonas donde pueda existir el peligro de vertidos de este tipo o tránsito de vehículos se diseñarán con cierta pendiente para que todo este tipo de aguas caigan por efecto gravitatorio hacia las distintas rejillas instaladas en la estación. Desde estas rejillas, y mediante tuberías resistentes a la corrosión (de 200 mm de diámetro), estas aguas se dirigirán con una pendiente mínima del 2% al separador de hidrocarburos para su correcto tratamiento previo vertido a la red de saneamiento municipal.

6.5 Depuración

Como se ha indicado en los anteriores apartados, tanto las aguas hidrocarburadas como las fecales serán tratadas antes de su vertido a la red municipal. Para poder llevar a cabo este tratado, se hará uso de un sistema de depuración que está formado por un decantador para las aguas fecales y un separador de hidrocarburos para este otro tipo de aguas contaminadas.

La depuración de aguas fecales se realiza mediante el decantador de sólidos de modo que estos se quedan en la zona inferior del decantador mientras que el agua limpia es evacuada por la zona superior del mismo.

El proceso para las aguas hidrocarburadas comienza con un decantado de los sólidos que hayan podido ser arrastrados hasta las rejillas. Posteriormente, los hidrocarburos (por diferencia de densidades) flotan en la parte superior y esta capa se retiene en el separador, generalmente mediante un sistema de coalescencia. Finalmente, el agua tratada es extraída del sistema hacia la red. Cabe mencionar que el separador debe ser tratado y limpiado periódicamente para retirar los hidrocarburos retenidos en las capas superiores, además de la sustitución de los elementos coalescentes.

Además, se instalará un armario de medidas para el agua depurada de modo que las autoridades pertinentes puedan realizar mediciones sin necesidad de detener el funcionamiento.

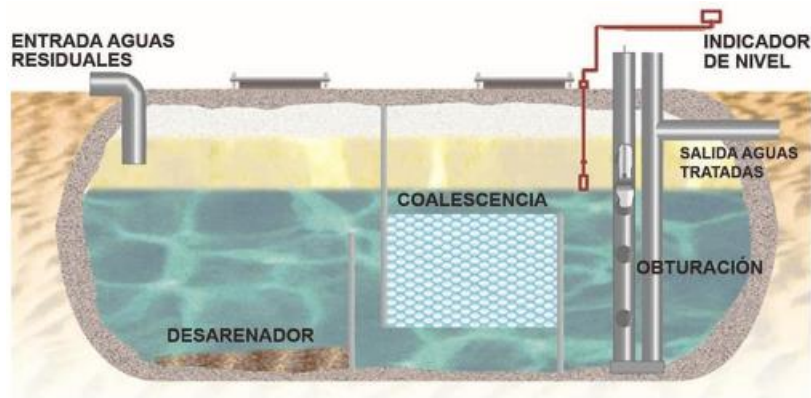


Figura 20: Esquema de un separador de hidrocarburos. Fuente: http://www.sietehermanos.com/epages/SieteHermanos.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/SieteHermanos/Products/CP0453_PA02324

7. Red de aire comprimido y agua

Para ofrecer este servicio a los clientes, se instalará una pequeña zona para que puedan hinchar y revisar la presión de sus neumáticos, así como disponer de agua para sus vehículos. La instalación se realizará en cumplimiento de la norma NTE-IGA.

Se selecciona así el modelo PCL WM3 ARMARIO ANALÓGICO del fabricante J.CRESPO, que tiene las siguientes especificaciones:

- Medición de **0-10 bar** / Gran precisión.
- Sencillo de usar con instrucciones por pictograma.
- Alta resistencia y preparado para la intemperie.
- Serpentina gruesa **10mt** con boquilla roscada.
- Homologado para EE. SS. con certificados de calibración y verificación primitiva.
- Incorpora **filtro de humedad**.
- Pre-instalación eléctrica para compresor.
- Armario en hierro, mecanizado en láser.
- Pintado al horno con pintura termo-fusible. Gris metálico RAL 9006
- Cerradura de seguridad.
- Alto: 145cm Ancho: 60cm Largo 40 cm.

Se elige el modelo de 8 bar.



Figura 21: Modelo PCL WM3 ARMARIO ANALÓGICO de aire y agua. Fuente: <https://exclusivasjcrespo.es/equipo-armario-pcl-wm3-con-compresor>

8. Instalación contra incendios y seguridad

Para esta instalación se seguirá lo establecido en la norma MI-IP-04 “Instalaciones para suministro a vehículos”, en la que quedan indicado los equipos y necesarios para una correcta protección contra incendios.

Extintores

Según se indica en la norma, estos deben estar a una altura inferior a 170 cm del suelo y debidamente señalizados. Se instalará en cada surtidor un extintor de 6 kg de polvo seco de eficacia 21 A y, en la zona de los tanques de suministro, se instalará un extintor de 50 kg (sobre carro) de eficacia 89 A. También es precisa la colocación de un extintor para fuegos eléctricos en la caseta de transformación y otro junto al cuadro del edificio principal de 21 B. Finalmente, en el edificio principal se instalarán otros dos iguales a los de los surtidores.

Alarmas

En caso de incendio, es crucial que tanto los trabajadores como clientes de la estación sean conscientes de la situación y por ello se instalarán 3 distintas sirenas (una en el edificio, otra en la zona de repostaje y otra en la zona de lavado) a lo largo del perímetro de la misma.

Estas se podrán activar manualmente mediante pulsadores en el edificio principal o de manera automática gracias a los detectores de CO₂ y humo situados en el interior del mismo edificio.

Señalización

Esta constará de distintas indicaciones que indiquen las conductas prohibidas para evitar incendios (fumar, encender fuegos, apagar el motor, etc) y rutas de evacuación para situaciones de emergencia además de indicar las salidas.

Por otra parte, los extintores estarán debidamente señalizados para su fácil y rápida identificación.

Madrid, junio de 2023

Fdo. Alejandro Ruiz Gutiérrez

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

PARTE II: CÁLCULOS

1. Introducción

Para este apartado se ha hecho uso del programa de cálculo de estructuras CYPE3D en su versión educativa. Gracias a este, se han podido diseñar, dimensionar, calcular y comprobar las distintas estructuras importantes de la estación de servicio, como el edificio principal, la marquesina o el monoposte.

1.1 Normativa utilizada

Para los cálculos de las distintas estructuras se ha hecho uso de las siguientes normas:

-Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A.

-Cimentación y hormigón: EHE-98-CTE.

-Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables.

1.2 Acciones sobre el terreno

1.2.1 Acciones permanentes

Peso propio

Esta carga representa el peso de la propia estructura, en función de la cantidad de material, vigas y columnas que se utilicen. Ya que el peso de vigas y pilares es calculado de manera automática por CYPE3D, en este apartado se usará una carga distribuida de $0,2\text{kN/m}^2$ (por el peso de los cerramientos, típicamente paneles).

1.2.2 Acciones variables

Acción del viento

Según el documento DBSE-AE (Documento Básico Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación), la carga de viento se considera del siguiente modo (presión estática q_e (kN/m^2)):

$$q_e = q_b * c_e * c_p$$

Con los distintos componentes:

- q_b (kN/m^2): Se trata de la presión dinámica del viento. En general se puede adoptar el valor $0,5\text{kN/m}^2$ para toda la península, pero según el anejo D del SE-AE se puede obtener un valor más preciso para Madrid (meseta central) de $0,42\text{kN/m}^2$.

- c_e : Esto es el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado. Haciendo uso de la tabla 3.4 del punto 3.3.4 del SE-AE podemos aproximar un valor 1,4 (6 metros).

- c_p : Este último elemento se conoce como coeficiente eólico o de presión. Es dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento. Un valor negativo indica succión. Por simplicidad emplearemos el valor de 1 para presión y -1 para succión.

De este modo se han creado 4 cargas una por cada pared de los edificios, V1, V2, V3 y V4, cada una con dos opciones (presión ($c_p=1$) y succión ($c_p=-1$)).

Sobrecarga de uso

Según el SE-AE la sobrecarga de uso es el peso de cualquier objeto o elemento que pueda ejercer presión sobre la estructura del edificio. Por motivos de seguridad se deben realizar los cálculos teniendo en cuenta esta variable de carga. Según se indica en la tabla 3.1 del SE-AE, encontramos un valor de 1kN/m² para cubiertas con inclinación inferior a 20° (G1- cubiertas accesibles únicamente para conservación). De este modo se crea la carga G1 con un valor de 1kN/m².

Carga de nieve

En este caso, según se indica en el documento, para altitudes inferiores a 1000m (como es el caso), el valor de carga de nieve por m² se calcula como sigue:

$$q_n = \mu * s_k$$

Con cada elemento significando:

-q_n: Carga estática de la nieve (kN/m²).

-μ: Coeficiente de forma según la cubierta. Al tratarse de cubiertas horizontales tanto para el edificio como para la marquesina, se tomará un valor de μ=1.

-s_k: Este último elemento es el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal. Según la tabla 3.8 del punto 3.5.2 del SE-AE, para Madrid, a una altitud de 660m tomaremos el valor de 0,6kNm².

De este modo se introduce la carga N1 de valor 0,6kN/m².

Acciones térmicas

Según se indica en el punto 3.4.1 del SE-AE, puede no ser necesario considerar las acciones térmicas en edificios comunes que utilizan elementos estructurales de hormigón o acero, siempre y cuando se instalen juntas de dilatación si no existen elementos continuos de más de 40 metros de longitud.

1.3 Estados límite

Para las distintas estructuras del proyecto los estados límite son los siguientes:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Control de la ejecución: Normal Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

Tabla 1: Estados límite en los cálculos estructurales. Fuente: CYPE 3D

1.4 Situaciones del proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

-Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

-Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

γ_{Q1} Coeficiente parcial de seguridad de las acción variable principal

γ_{Qi} Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

Ψ_{p1} Coeficiente de combinación de la acción variable principal

Ψ_{ai} Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

2. Edificio principal

En esta sección se pretende explicar las normativas utilizadas en el cálculo de la estructura y mostrar un resumen de la estructura y la cimentación. Finalmente se expondrá un listado de comprobaciones de una barra cualquiera de la estructura y, finalmente, una tabla resumen de los estados límites últimos (E.L.U.) de toda la estructura. A continuación se muestra una imagen de la estructura del edificio principal de la estación:

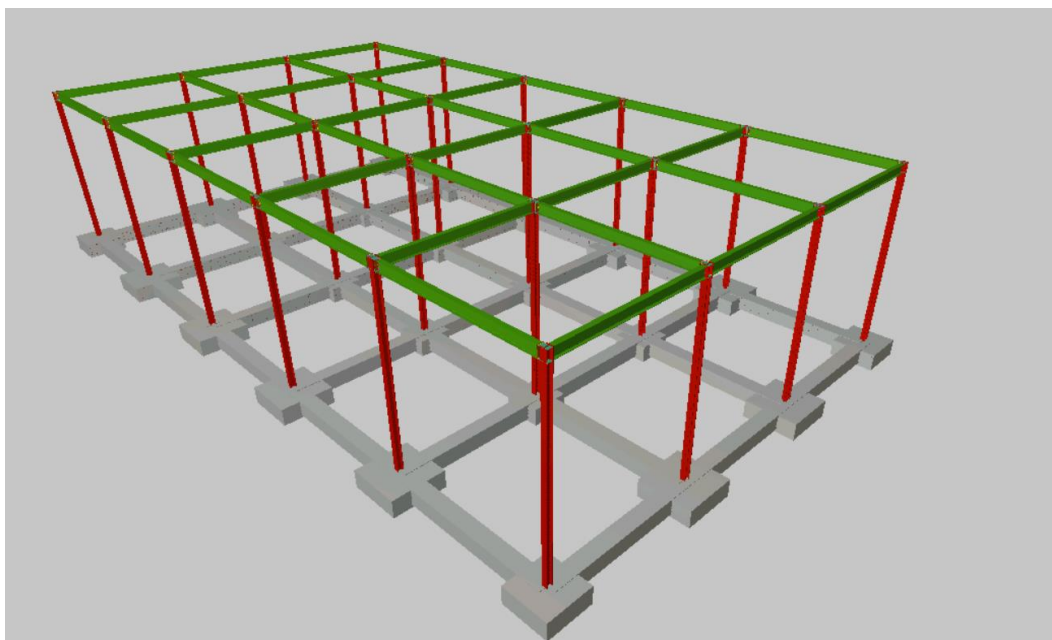


Figura 22: Estructura y cimentación del edificio principal. Fuente: Elaboración propia

2.1 Datos de obra

Teniendo en cuenta las combinaciones de acciones anteriormente mencionadas, se indican a continuación para cada situación y estado límite los coeficientes a utilizar:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-98-CTE

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

Tabla 2: Coeficientes de seguridad de las cargas para el hormigón (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tabla 3: Coeficientes de seguridad de las cargas para el acero laminado (Edificio principal).

Fuente: CYPE 3D

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000

Tabla 4: : Coeficientes de seguridad de las cargas en caso de incendio (Edificio principal).

Fuente: CYPE 3D

Resistencia al fuego**Perfiles de acero**

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

-Resistencia requerida: R 30

-Revestimiento de protección: Pintura intumescente

-Densidad: 0.0 kg/m³

-Conductividad: 0.01 W/(m·K) Calor específico: 0.00 cal/kg·°C

El espesor mínimo necesario de revestimiento para cada barra se indica en la tabla de comprobación de resistencia.

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

2.2 Estructura

Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	4.400	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	4.400	0.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	8.800	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N6	8.800	0.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	13.200	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N8	13.200	0.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	17.600	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N10	17.600	0.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	22.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N12	22.000	0.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	0.000	4.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N14	0.000	4.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	4.400	4.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N16	4.400	4.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	8.800	4.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N18	8.800	4.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N19	13.200	4.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N20	13.200	4.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	17.600	4.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N22	17.600	4.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	22.000	4.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N24	22.000	4.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	0.000	8.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N26	0.000	8.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N27	4.400	8.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N28	4.400	8.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	8.800	8.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N30	8.800	8.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	13.200	8.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N32	13.200	8.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N33	17.600	8.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N34	17.600	8.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N35	22.000	8.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado

N36	22.000	8.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N37	0.000	12.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N38	0.000	12.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N39	4.400	12.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N40	4.400	12.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N41	8.800	12.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N42	8.800	12.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N43	13.200	12.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N44	13.200	12.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N45	17.600	12.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N46	17.600	12.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N47	22.000	12.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N48	22.000	12.000	4.800	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Tabla 5: Nudos presentes en la obra (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D

Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>n</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_y</i> : Límite elástico <i>a_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>g</i> : Peso específico							

Tabla 6: Materiales utilizados en la obra (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.

Características mecánicas de las barras

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	Avy	Avz	Iyy	Izz	It
Tipo	Designación			(cm²)	(cm²)	(cm²)	(cm4)	(cm4)	(cm4)
Acero laminado	S275	1	HE 140 B, (HEB)	43.00	25.20	7.31	1509.00	549.70	20.16
		2	IPE 240, (IPE)	39.10	17.64	12.30	3892.00	284.00	12.95
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' It: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

Tabla 7: Características mecánicas de las barras de acero S275 (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D

Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 140 B	0.826	115.200	95.155
IPE	IPE 240	0.948	160.000	151.616
Total				246.771

Tabla 8: Resumen de la cantidad de superficie a pintar en la obra (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D

Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 140 B	115.200			0.495			3888.58		
		IPE	IPE 240	160.000	115.200		0.626	0.495		4910.96	3888.58	
					160.000	275.200		0.626	1.121		4910.96	8799.54

Tabla 9: Resumen de la cantidad de material en barras utilizado en la obra (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D

2.3 Cimentación

Descripción (Elementos de cimentación aislados)

Referencias	Geometría	Armado
N37, N47, N1 y N11	Zapata cuadrada Anchura: 115 cm Canto: 45 cm	Sup X: 5Ø12c/25 Sup Y: 5Ø12c/25 Inf X: 5Ø12c/25 Inf Y: 5Ø12c/25
N39, N41, N43, N45, N25, N35, N13, N23, N3, N5, N7 y N9	Zapata cuadrada Anchura: 135 cm Canto: 45 cm	Sup X: 6Ø12c/24 Sup Y: 6Ø12c/24 Inf X: 6Ø12c/24 Inf Y: 6Ø12c/24
N 7, N29, N31, N33, N15, N17, N19 y N21	Zapata cuadrada Anchura: 95 cm Canto: 45 cm	Sup X: 4Ø12c/25 Sup Y: 4Ø12c/25 Inf X: 4Ø12c/25 Inf Y: 4Ø12c/25

Tabla 10: Geometría de la cimentación de la obra (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.

Resumen de medición

Elemento	B 400 S, CN (kg)	Hormigón (m³)	
	Ø12	HA-25, Control Estadístico	Limpieza
Referencias: N37, N47, N1 y N11	4x24.99	4x0.60	4x0.13
Referencias: N39, N41, N43, N45, N25, N35, N13, N23, N3, N5, N7 y N9	12x29.30	12x0.82	12x0.18
Referencias: N27, N29, N31, N33, N15, N17, N19 y N21	8x17.82	8x0.41	8x0.09
Totales	594.12	15.47	3.44

Tabla 11: Resumen de la cantidad de material en la cimentación utilizado en la obra (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.

2.4 Vigas de atado

Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C [N37-N39], C [N39-N41], C [N41-N43], C [N43-N45], C [N45-N47], C [N11-N9], C [N9-N7], C [N7-N5], C [N5-N3], C [N3-N1], C [N25-N27], C [N27-N29], C [N29-N31], C [N31-N33], C [N33-N35], C [N23-N21], C [N21-N19], C [N19-N17], C [N17-N15] y C [N15-N13]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N47-N35], C [N35-N23], C [N23-N11], C [N1-N13], C [N13-N25], C [N25-N37], C [N39-N27], C [N27-N15], C [N15-N3], C [N5-N17], C [N17-N29], C [N29-N41], C [N43-N31], C [N31-N19], C [N19-N7], C [N45-N33], C [N33-N21] y C [N21-N9]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

Tabla 12: Geometría de las vigas de atado usadas en la cimentación de la obra (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.

Resumen de medición

Elemento	B 400 S, CN (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Control Estadístico	Limpieza
Referencias: C [N37-N39], C [N39-N41], C [N41-N43], C [N43-N45], C [N45-N47], C [N11-N9], C [N9-N7], C [N7-N5], C [N5-N3], C [N3-N1], C [N25-N27], C [N27-N29], C [N29-N31], C [N31-N33], C [N33-N35], C [N23-N21], C [N21-N19], C [N19-N17], C [N17-N15] y C [N15-N13]	20x6.93	20x18.37	506.00	20x0.50	20x0.13
Referencias: C [N47-N35], C [N35-N23], C [N23-N11], C [N1-N13], C [N13-N25], C [N25-N37], C [N39-N27], C [N27-N15], C [N15-N3], C [N5-N17], C [N17-N29], C [N29-N41], C [N43-N31], C [N31-N19], C [N19-N7], C [N45-N33], C [N33-N21] y C [N21-N9]	18x6.35	18x16.81	416.88	18x0.44	18x0.11
Totales	252.90	669.98	922.88	18.00	4.50

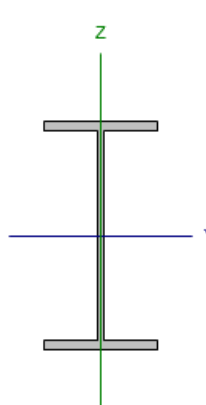
Tabla 13: Resumen de la cantidad de material en las vigas de atado de la obra (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.

2.5 Resultados

En primer lugar se mostrarán los resultados de las comprobaciones E.L.U de una sección de una sola viga para corroborar que todas las comprobaciones cumplen y posteriormente, un resumen de todas las barras.

Comprobaciones E.L.U. de una sola barra completo

Barra N8/N10

Perfil: IPE 240 Material: Acero (S275)							
	NUDOS		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm²)	I _y ⁽¹⁾ (cm4)	I _z ⁽¹⁾ (cm4)	I _x ⁽²⁾ (cm4)
	N8	N10	4.400	39.10	3892.00	284.00	12.95
	Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo			Pandeo lateral			
	Plano XY		Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L _k	4.400	4.400	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C ₁	-		1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 30 Factor de forma: 254.84 m-1 Temperatura máx. de la barra: 610.5 °C Pintura intumescente: 0.6 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_c	N_t	N_c	M_x	M_y	V_x	V_y	$M_x V_x$	$M_y V_y$	NM_x	$NM_y V_y$	M_x	$M_y V_x$		MV_y
N8/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_c \leq \lambda_{c,lim}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.8$	$x: 4.33$ m $\eta = 2.0$	$x: 0.07$ m $\eta = 0.7$	$x: 4.33$ m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 4.33$ m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 2.9
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado	
	N_t	N_c	M_x	M_y	V_x	V_y	$M_x V_x$	$M_y V_y$	NM_x	$NM_y M_y V_y$	M_x	$M_y V_x$	MV_y			
N8/N10	$\eta = 0.1$	$\eta = 1.0$	$x: 4.33$ m $\eta = 2.1$	$x: 0.07$ m $\eta = 0.5$	$x: 4.33$ m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 4.33$ m $\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 2.7		
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Notación: N_t : Resistencia a tracción N_c : Resistencia a compresión M_x : Resistencia a flexión eje X M_y : Resistencia a flexión eje Y V_x : Resistencia a corte X V_y : Resistencia a corte Y $M_x V_x$: Resistencia a momento flector X y fuerza cortante X combinados $M_y V_y$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Y combinados NM_x : Resistencia a flexión y axil combinados $NM_y M_y V_y$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados N : Resistencia a torsión $M_x V_x$: Resistencia a cortante X y momento torsor combinados $M_y V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x : Distancia al origen de la barra h : Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																

Figura 23: Geometría de la barra a estudiar (Edificio principal). Fuente: CYPE 3D.

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{1.88} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{304.04} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{4166.65} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{304.04} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{3892.00} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{284.00} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{12.95} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{37400.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{4.400} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{4.400} \text{ m}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{10.33} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{9.98} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{2.70} \text{ cm}$$

y₀, z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$35.55 \leq 246.95 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A_w : Área del alma.

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

$$h_w : \underline{220.40} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{6.20} \text{ mm}$$

$$A_w : \underline{13.66} \text{ cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : \underline{11.76} \text{ cm}^2$$

$$k : \underline{0.30}$$

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V3(1).

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{1.99} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} : \underline{1024.05} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V3(2)+0.75·N1.

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 2.03 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{c,Rd} : \underline{1024.05} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{239.15} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{0.92}$$

$$\chi_z : \underline{0.23}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : \underline{0.66}$$

$$\phi_z : \underline{2.55}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.51}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.88}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el

menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{304.04} \text{ kN}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{4166.65} \text{ kN}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{304.04} \text{ kN}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.020} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.330 m del nudo N8, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V3(2) + 0.75 \cdot N1$.

M^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.330 m del nudo N8, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V3(1)$.

M^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{96.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{367.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2) No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.070 m del nudo N8, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V3(1).

M^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.070 m del nudo N8, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V3(2).

M^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{19.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{73.90} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.330 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V3(1).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.38} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{289.23} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{19.13} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

b : Ancho de la sección.

$$b : \underline{120.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{9.80} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.20} \text{ mm}$$

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{15.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$30.71 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{30.71}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{\max}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\max} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V3(1).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{384.61} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{25.44} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

d: Altura del alma.

$$d : \underline{220.40} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.20} \text{ mm}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$1.30 \text{ kN} \leq 144.61 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V3(2)+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.30} \text{ kN}$$

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{289.23} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.06 \text{ kN} \leq 192.30 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V3(1).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}$$

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 384.61 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.029} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.025} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en un punto situado a una distancia de 4.330 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V3(1).

Donde:

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo p^{ésimo}.

$$N_{t,Ed} : \underline{1.98} \text{ kN}$$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo p^{ésimos}, según los

$$M_{y,Ed} : \underline{1.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{z,Ed} : \underline{0.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a tracción.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1024.05} \text{ kN}$$

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{96.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{19.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

M_{ef,Ed}: Momento flector solicitante de cálculo p^{ésimo}.

$$M_{ef,Ed} : \underline{-1.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

σ_{com,Ed}: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{4.78} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

W_{y,com}: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{367.00} \text{ cm}^3$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

M_{b,Rd,y}: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{96.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo p^{ésimo} **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V3(2)+0.75·N1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$1.30 \text{ kN} \leq 144.61 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{Ed,z}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p^{ésimo}.

$$V_{Ed,z} : \underline{1.30} \text{ kN}$$

V_{c,Rd,z}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{289.23} \text{ kN}$$

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V3(1).

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.65} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} : \underline{478.77} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{122.45} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,q} / \gamma_{M_2}$$

Siendo:

$$f_{y,q} : \underline{122.45} \text{ MPa}$$

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} = f_y \cdot k_{y,q}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.45}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$: 1.00

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, AnejoD)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.001 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

h : 0.010 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V3(2).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 0.68 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{c,Rd} : \underline{478.77} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{122.45} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$$f_{y,q} : \underline{122.45} \text{ MPa}$$

f_{y,q}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

k_{y,q}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.45}$$

g_{M,q}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{71.78} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{122.45} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$$f_{y,q} : \underline{122.45} \text{ MPa}$$

f_{y,q}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

k_{y,q}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.45}$$

g_{M,q}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$c_y : \underline{0.77}$$

$$c_z : \underline{0.15}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.80}$$

$$f_z : \underline{3.74}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,0} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el

k_{λ,q}: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

$$\lambda_y : \underline{0.63}$$

menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\lambda_z : \underline{2.33}$$

$$k_{l,q} : \underline{1.24}$$

$$N_{cr} : \underline{304.04} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} : \underline{4166.65} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: 304.04 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, AnejoD)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.021 ✓

Para flexión positiva:

M^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.330 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP+0.5·V3(1).

M^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.94 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 44.94 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 367.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 122.45 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: 122.45 MPa

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,q}$: 0.45

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$: 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2) No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.070 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP+0.5·V3(1).

M⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^{+} : \underline{0.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.070 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP+0.5·V3(2).

M⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^{-} : \underline{0.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{9.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{73.90} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{122.45} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$$f_{y,q} : \underline{122.45} \text{ MPa}$$

f_{y,q}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

k_{y,q}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.45}$$

g_{M,q}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.330 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP+0.5·V3(1).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.83} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{135.22} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{19.13} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

b : Ancho de la sección.

$$b : \underline{120.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{9.80} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.20} \text{ mm}$$

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{15.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{122.45} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$$f_{y,q} : \underline{122.45} \text{ MPa}$$

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.45}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$30.71 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{30.71}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{\max}$: Esbeltez máxima.

$$l_{\max} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e : Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

f_{ref} : Límite elástico de referencia.
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 235.00 MPa
 f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V3(1).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{179.81} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

$$A_v : \underline{25.44} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

d: Altura del alma.

$$d : \underline{220.40} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.20} \text{ mm}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

$$f_{yd} : \underline{122.45} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,q}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$$f_{y,q} : \underline{122.45} \text{ MPa}$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

k_{y,q}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.45}$$

g_{M,q}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.77 \text{ kN} \leq 67.61 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V3(2).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.77} \text{ kN}$$

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{135.22} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTEDB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.02 \text{ kN} \leq 89.91 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V3(1).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{179.81} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTEDB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.027} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.025} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 4.330 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP+0.5·V3(1).

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.65} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los

$$M_{y,Ed} : \underline{0.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{z,Ed} : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$$N_{pl,Rd} : \underline{478.77} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{44.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{9.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ef,Ed} : \underline{-0.89} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{2.43} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{367.00} \text{ cm}^3$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{44.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V3(2).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.77 \text{ kN} \leq 67.61 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{0.77} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{135.22} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Comprobaciones E.L.U. (resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{w,max}$	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _V V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _V V _Z	M _Z V _Y	
N1/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 2.7	x: 0 m η = 7.8	x: 0 m η = 12.8	x: 0 m η = 2.2	x: 0 m η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 14.8	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 14.8
N3/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 4.7	x: 0 m η = 14.5	x: 0 m η = 4.9	x: 0 m η = 4.2	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 15.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 15.2
N5/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 4.7	x: 0 m η = 14.9	x: 0 m η = 4.9	x: 0 m η = 4.3	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 15.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 15.6
N7/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 4.7	x: 0 m η = 14.9	x: 0 m η = 4.9	x: 0 m η = 4.3	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 15.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 15.6
N9/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 4.7	x: 0 m η = 14.5	x: 0 m η = 4.9	x: 0 m η = 4.2	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 15.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 15.2
N11/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 2.7	x: 0 m η = 7.8	x: 0 m η = 12.8	x: 0 m η = 2.2	x: 0 m η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 14.8	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 14.8
N13/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 5.6	x: 0 m η = 3.7	x: 0 m η = 22.4	η = 0.5	x: 0 m η = 1.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 25.8	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 25.8
N15/N16	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 10.2	x: 0 m η = 6.1	x: 0 m η = 6.7	η = 0.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 11.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 11.6
N17/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 10.1	x: 0 m η = 6.6	x: 0 m η = 6.7	η = 0.9	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 11.5	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 11.5
N19/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 10.1	x: 0 m η = 6.6	x: 0 m η = 6.7	η = 0.9	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 11.5	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 11.5
N21/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 10.2	x: 0 m η = 6.1	x: 0 m η = 6.7	η = 0.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 11.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 11.6
N23/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 5.6	x: 0 m η = 3.7	x: 0 m η = 22.4	η = 0.5	x: 0 m η = 1.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 25.8	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 25.8
N25/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 5.6	x: 0 m η = 3.6	x: 0 m η = 22.4	η = 0.5	x: 0 m η = 1.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 25.8	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 25.8
N27/N28	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 10.2	x: 0 m η = 5.9	x: 0 m η = 6.7	η = 0.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 11.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 11.6
N29/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 10.1	x: 0 m η = 6.4	x: 0 m η = 6.7	η = 0.9	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 11.5	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 11.5
N31/N32	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 10.1	x: 0 m η = 6.4	x: 0 m η = 6.7	η = 0.9	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 11.5	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 11.5
N33/N34	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 10.2	x: 0 m η = 5.9	x: 0 m η = 6.7	η = 0.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 11.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 11.6
N35/N36	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 5.6	x: 0 m η = 3.6	x: 0 m η = 22.4	η = 0.5	x: 0 m η = 1.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 25.8	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 25.8
N37/N38	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 2.7	x: 0 m η = 8.3	x: 0 m η = 12.8	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 14.8	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 14.8
N39/N40	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 4.7	x: 0 m η = 15.3	x: 0 m η = 4.9	x: 0 m η = 4.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 16.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 16.6
N41/N42	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 4.7	x: 0 m η = 15.7	x: 0 m η = 4.9	x: 0 m η = 4.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 16.9	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 16.9
N43/N44	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 4.7	x: 0 m η = 15.7	x: 0 m η = 4.9	x: 0 m η = 4.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 16.9	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 16.9
N45/N46	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 4.7	x: 0 m η = 15.3	x: 0 m η = 4.9	x: 0 m η = 4.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 16.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 16.6
N47/N48	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 2.7	x: 0 m η = 8.3	x: 0 m η = 12.8	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 14.8	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 14.8
N2/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 0.2	η = 1.0	x: 4.33 m η = 1.8	x: 0.07 m η = 1.0	x: 4.33 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.33 m η = 2.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 2.6
N4/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.8	x: 0.07 m η = 2.0	x: 4.33 m η = 0.7	x: 0.07 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η = 2.9	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 2.9
N6/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.6	x: 0.07 m η = 1.4	x: 0.07 m η = 0.7	x: 0.07 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η < 0.1	x: 0.07 m η = 2.3	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 2.3
N8/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.8	x: 4.33 m η = 2.0	x: 0.07 m η = 0.7	x: 4.33 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.33 m η = 2.9	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 2.9
N10/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 0.2	η = 1.0	x: 0.07 m η = 1.8	x: 4.33 m η = 1.0	x: 0.07 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η = 2.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 2.6
N14/N16	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 0.5	η = 2.1	x: 0.07 m η = 2.7	x: 0.07 m η = 1.4	x: 4.33 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η = 4.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 4.6
N16/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 0.4	η = 1.7	x: 0.07 m η = 2.8	x: 4.33 m η = 0.6	x: 0.07 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η = 3.8	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 3.8
N18/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 0.3	η = 1.3	x: 0.07 m η = 1.7	x: 0.07 m η = 0.6	x: 0.07 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η < 0.1	x: 0.07 m η = 2.9	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 2.9
N20/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 0.4	η = 1.7	x: 4.33 m η = 2.8	x: 0.07 m η = 0.6	x: 4.33 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.33 m η = 3.8	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 3.8
N22/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 0.5	η = 2.1	x: 4.33 m η = 2.7	x: 4.33 m η = 1.4	x: 0.07 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.33 m η = 4.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 4.6
N26/N28	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 0.5	η = 2.1	x: 0.07 m η = 2.7	x: 0.07 m η = 1.4	x: 4.33 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η = 4.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 4.6
N28/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 0.4	η = 1.7	x: 0.07 m η = 2.8	x: 4.33 m η = 0.6	x: 0.07 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η = 3.8	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 3.8
N30/N32	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 0.3	η = 1.3	x: 0.07 m η = 1.7	x: 0.07 m η = 0.6	x: 0.07 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η < 0.1	x: 0.07 m η = 2.9	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 2.9
N32/N34	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,max} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 0.4	η = 1.7	x: 4.33 m η = 2.8	x: 0.07 m η = 0.6	x: 4.33 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.33 m η = 3.8	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 3.8

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y	
N34/N36	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.5$	$\eta = 2.1$	x: 4.33 m $\eta = 2.7$	x: 4.33 m $\eta = 1.4$	x: 0.07 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.33 m $\eta = 4.6$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 4.6$
N38/N40	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 1.0$	x: 4.33 m $\eta = 1.8$	x: 0.07 m $\eta = 1.0$	x: 4.33 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.33 m $\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 2.6$
N40/N42	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.8$	x: 0.07 m $\eta = 2.0$	x: 4.33 m $\eta = 0.7$	x: 0.07 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 2.9$
N42/N44	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 0.07 m $\eta = 1.4$	x: 0.07 m $\eta = 0.7$	x: 0.07 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta = 2.3$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 2.3$
N44/N46	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.8$	x: 4.33 m $\eta = 2.0$	x: 0.07 m $\eta = 0.7$	x: 4.33 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.33 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 2.9$
N46/N48	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 1.0$	x: 0.07 m $\eta = 1.8$	x: 4.33 m $\eta = 1.0$	x: 0.07 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 2.6$
N2/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 3.93 m $\eta = 5.7$	x: 3.93 m $\eta = 1.1$	x: 3.93 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.93 m $\eta = 5.7$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 5.7$
N14/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.6$	x: 0.07 m $\eta = 5.4$	x: 0.07 m $\eta = 0.6$	x: 0.07 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta = 5.4$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 5.4$
N26/N38	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.9$	x: 0.07 m $\eta = 5.7$	x: 0.07 m $\eta = 1.1$	x: 0.07 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta = 5.7$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 5.7$
N4/N16	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 1.8$	x: 3.93 m $\eta = 10.7$	x: 3.93 m $\eta = 1.5$	x: 3.93 m $\eta = 5.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.93 m $\eta = 10.8$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 10.8$
N16/N28	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.3$	$\eta = 1.2$	x: 0.07 m $\eta = 10.1$	x: 0.07 m $\eta = 0.6$	x: 0.07 m $\eta = 4.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta = 10.2$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 10.2$
N28/N40	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.5$	$\eta = 1.8$	x: 0.07 m $\eta = 10.7$	x: 0.07 m $\eta = 1.5$	x: 0.07 m $\eta = 5.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta = 10.8$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 10.8$
N6/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 1.8$	x: 3.93 m $\eta = 10.7$	x: 3.93 m $\eta = 1.5$	x: 3.93 m $\eta = 5.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.93 m $\eta = 10.8$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 10.8$
N18/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.3$	$\eta = 1.2$	x: 0.07 m $\eta = 10.1$	$\eta = 0.2$	x: 0.07 m $\eta = 4.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta = 10.2$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 10.2$
N30/N42	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.5$	$\eta = 1.8$	x: 0.07 m $\eta = 10.7$	x: 0.07 m $\eta = 1.5$	x: 0.07 m $\eta = 5.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta = 10.8$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 10.8$
N8/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 1.8$	x: 3.93 m $\eta = 10.7$	x: 3.93 m $\eta = 1.5$	x: 3.93 m $\eta = 5.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.93 m $\eta = 10.8$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 10.8$
N20/N32	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.3$	$\eta = 1.2$	x: 0.07 m $\eta = 10.1$	$\eta = 0.2$	x: 0.07 m $\eta = 4.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta = 10.2$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 10.2$
N32/N44	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.5$	$\eta = 1.8$	x: 0.07 m $\eta = 10.7$	x: 0.07 m $\eta = 1.5$	x: 0.07 m $\eta = 5.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta = 10.8$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 10.8$
N10/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 1.8$	x: 3.93 m $\eta = 10.7$	x: 3.93 m $\eta = 1.5$	x: 3.93 m $\eta = 5.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.93 m $\eta = 10.8$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 10.8$
N22/N34	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.3$	$\eta = 1.2$	x: 0.07 m $\eta = 10.1$	x: 0.07 m $\eta = 0.6$	x: 0.07 m $\eta = 4.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta = 10.2$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 10.2$
N34/N46	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.5$	$\eta = 1.8$	x: 0.07 m $\eta = 10.7$	x: 0.07 m $\eta = 1.5$	x: 0.07 m $\eta = 5.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta = 10.8$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 10.8$
N12/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 3.93 m $\eta = 5.7$	x: 3.93 m $\eta = 1.1$	x: 3.93 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.93 m $\eta = 5.7$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 5.7$
N24/N36	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.6$	x: 0.07 m $\eta = 5.4$	x: 0.07 m $\eta = 0.6$	x: 0.07 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta = 5.4$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 5.4$
N36/N48	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.9$	x: 0.07 m $\eta = 5.7$	x: 0.07 m $\eta = 1.1$	x: 0.07 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.07 m $\eta = 5.7$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 5.7$
Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _Y : Resistencia a flexión eje Y M _Z : Resistencia a flexión eje Z V _Z : Resistencia a corte Z V _Y : Resistencia a corte Y M _Y V _Z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _Z V _Y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _Y M _Z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _Y M _Z V _Y V _Z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _Z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _Y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η : Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽³⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

Tabla 14: Comprobaciones E.LU. resumido de todas las barras a temperatura ambiente (Edificio principal).

Fuente: CYPE 3D.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y	
N1/N2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 3.7	x: 0 m η = 6.9	x: 0 m η = 11.8	x: 0 m η = 1.9	x: 0 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 15.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 15.6
N3/N4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 5.4	x: 0 m η = 13.0	x: 4.68 m η = 4.5	x: 0 m η = 3.8	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 15.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 15.2
N5/N6	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 5.2	x: 0 m η = 13.4	x: 0 m η = 4.5	x: 0 m η = 3.8	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 15.4	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 15.4
N7/N8	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 5.2	x: 0 m η = 13.4	x: 0 m η = 4.5	x: 0 m η = 3.8	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 15.4	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 15.4
N9/N10	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 5.4	x: 0 m η = 13.0	x: 4.68 m η = 4.5	x: 0 m η = 3.8	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 15.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 15.2

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y	
N44/N46	η = 0.1	η = 1.0	x: 4.33 m η = 2.1	x: 0.07 m η = 0.5	x: 4.33 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.33 m η = 2.7	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 2.7
N46/N48	η = 0.2	η = 1.2	x: 0.07 m η = 2.0	x: 4.33 m η = 0.7	x: 0.07 m η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η = 2.7	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 2.7
N2/N14	η < 0.1	η = 1.0	x: 3.93 m η = 1.9	x: 3.93 m η = 0.8	x: 3.93 m η = 0.9	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.93 m η = 2.5	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 2.5
N14/N26	η = 0.1	η = 0.7	x: 3.93 m η = 1.9	x: 0.07 m η = 0.4	x: 0.07 m η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η < 0.1	x: 3.93 m η = 2.4	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 2.4
N26/N38	η = 0.2	η = 1.0	x: 0.07 m η = 1.8	x: 0.07 m η = 0.8	x: 0.07 m η = 0.9	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η = 2.5	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 2.5
N4/N16	η = 0.1	η = 1.9	x: 3.93 m η = 2.7	x: 3.93 m η = 1.1	x: 3.93 m η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.93 m η = 3.5	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 3.5
N16/N28	η = 0.2	η = 1.3	x: 3.93 m η = 2.7	x: 0.07 m η = 0.4	x: 0.07 m η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η < 0.1	x: 3.93 m η = 3.3	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 3.3
N28/N40	η = 0.3	η = 1.9	x: 0.07 m η = 2.7	x: 0.07 m η = 1.1	x: 0.07 m η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η = 3.5	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 3.5
N6/N18	η = 0.1	η = 1.9	x: 3.93 m η = 2.7	x: 3.93 m η = 1.1	x: 3.93 m η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.93 m η = 3.1	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 3.1
N18/N30	η = 0.2	η = 1.3	x: 3.93 m η = 2.8	η = 0.2	x: 0.07 m η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η < 0.1	x: 3.93 m η = 3.0	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 3.0
N30/N42	η = 0.3	η = 1.9	x: 0.07 m η = 2.7	x: 0.07 m η = 1.1	x: 0.07 m η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η = 3.1	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 3.1
N8/N20	η = 0.1	η = 1.9	x: 3.93 m η = 2.7	x: 3.93 m η = 1.1	x: 3.93 m η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.93 m η = 3.1	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 3.1
N20/N32	η = 0.2	η = 1.3	x: 3.93 m η = 2.8	η = 0.2	x: 0.07 m η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η < 0.1	x: 3.93 m η = 3.0	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 3.0
N32/N44	η = 0.3	η = 1.9	x: 0.07 m η = 2.7	x: 0.07 m η = 1.1	x: 0.07 m η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η = 3.1	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 3.1
N10/N22	η = 0.1	η = 1.9	x: 3.93 m η = 2.7	x: 3.93 m η = 1.1	x: 3.93 m η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.93 m η = 3.5	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 3.5
N22/N34	η = 0.2	η = 1.3	x: 3.93 m η = 2.7	x: 0.07 m η = 0.4	x: 0.07 m η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η < 0.1	x: 3.93 m η = 3.3	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 3.3
N34/N46	η = 0.3	η = 1.9	x: 0.07 m η = 2.7	x: 0.07 m η = 1.1	x: 0.07 m η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η = 3.5	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 3.5
N12/N24	η < 0.1	η = 1.0	x: 3.93 m η = 1.9	x: 3.93 m η = 0.8	x: 3.93 m η = 0.9	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.93 m η = 2.5	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 2.5
N24/N36	η = 0.1	η = 0.7	x: 3.93 m η = 1.9	x: 0.07 m η = 0.4	x: 0.07 m η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η < 0.1	x: 3.93 m η = 2.4	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 2.4
N36/N48	η = 0.2	η = 1.0	x: 0.07 m η = 1.8	x: 0.07 m η = 0.8	x: 0.07 m η = 0.9	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.07 m η = 2.5	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 2.5
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _Y : Resistencia a flexión eje Y M _Z : Resistencia a flexión eje Z V _Z : Resistencia a corte Z V _Y : Resistencia a corte Y M _Y V _Z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _Z V _Y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _Y M _Z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _Y M _Z V _Y V _Z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _Z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _Y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽³⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														

Tabla 15: Comprobaciones E.LU. resumido de todas las barras en situación de incendio (Edificio principal).
Fuente: CYPE 3D.

3. Marquesina

En esta sección se pretende explicar las normativas utilizadas en el cálculo de la estructura y mostrar un resumen de la estructura y la cimentación. Finalmente se expondrá un listado de comprobaciones de una barra cualquiera de la estructura y, finalmente, una tabla resumen de los estados límites últimos (E.L.U.) de toda la estructura. A continuación se muestra una imagen de la estructura de la marquesina de la estación:

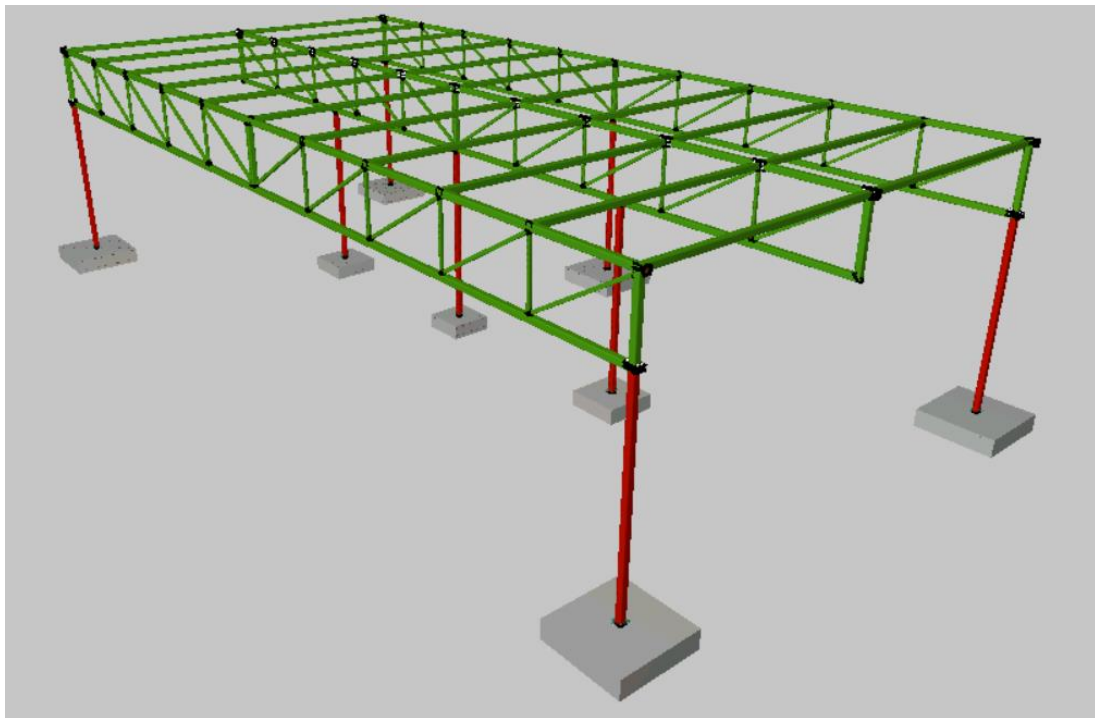


Figura 24: Estructura y cimentación de la marquesina. Fuente: Elaboración propia

3.1 Datos de obra

Teniendo en cuenta las combinaciones de acciones anteriormente mencionadas, se indican a continuación para cada situación y estado límite los coeficientes a utilizar:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-98-CTE

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

Tabla 16: Coeficientes de seguridad de las cargas para el hormigón (Marquesina). Fuente: CYPE 3D

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tabla 17: Coeficientes de seguridad de las cargas para el acero laminado (Marquesina). Fuente: CYPE 3D

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000

Tabla 18: Coeficientes de seguridad de las cargas en caso de incendio (Marquesina). Fuente: CYPE 3D

Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

-Resistencia requerida: R 30

-Revestimiento de protección: Pintura intumescente

-Densidad: 0.0 kg/m³

-Conductividad: 0.01 W/(m·K) Calor específico: 0.00 cal/kg·°C

El espesor mínimo necesario de revestimiento para cada barra se indica en la tabla de comprobación de resistencia.

3.2 Estructura

Nudos

Referencias:

$\Delta x, \Delta y, \Delta z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N2	25.000	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	25.000	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	0.000	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	12.500	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	12.500	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	20.000	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	20.000	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	22.500	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	22.500	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	17.500	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	17.500	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	15.000	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	15.000	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	10.000	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	10.000	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	7.500	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	7.500	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N19	5.000	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	5.000	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	2.500	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N22	2.500	0.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N24	25.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N25	12.500	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N26	0.000	6.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N27	2.500	6.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	5.000	6.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	7.500	6.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N30	10.000	6.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	12.500	6.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	15.000	6.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N33	17.500	6.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N34	20.000	6.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N35	22.500	6.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N36	25.000	6.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N37	25.000	6.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N38	22.500	6.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado

N39	20.000	6.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N40	17.500	6.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N41	15.000	6.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N42	12.500	6.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N43	10.000	6.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N44	7.500	6.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N45	5.000	6.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N46	2.500	6.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N47	0.000	6.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N48	0.000	6.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N49	25.000	6.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N50	12.500	6.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N51	0.000	12.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N52	2.500	12.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N53	5.000	12.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N54	7.500	12.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N55	10.000	12.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N56	12.500	12.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N57	15.000	12.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N58	17.500	12.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N59	20.000	12.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N60	22.500	12.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N61	25.000	12.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N62	25.000	12.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N63	22.500	12.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N64	20.000	12.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N65	17.500	12.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N66	15.000	12.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N67	12.500	12.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N68	10.000	12.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N69	7.500	12.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N70	5.000	12.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N71	2.500	12.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N72	0.000	12.000	6.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N73	0.000	12.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N74	25.000	12.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N75	12.500	12.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N76	6.250	6.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N77	6.250	6.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N78	18.750	6.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N79	18.750	6.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Tabla 19: Nudos presentes en la obra (Marquesina). Fuente: CYPE 3D

Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_y</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

Tabla 20: Materiales utilizados en la obra (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.

Características mecánicas de las barras

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	SHS 150x10.0, (SHS)	52.49	23.33	23.33	1640.07	1640.07	2829.77
		2	SHS 80x8.0, (SHS)	20.79	9.60	9.60	165.55	165.55	304.26
		3	SHS 80x4.0, (SHS)	11.74	5.07	5.07	110.63	110.63	180.25
		4	SHS 80x5.0, (SHS)	14.34	6.25	6.25	130.71	130.71	217.40
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' It: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

Tabla 21: Características mecánicas de las barras de acero S275 (Marquesina). Fuente: CYPE 3D

Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
SHS	SHS 150x10.0	0.556	335.500	186.568
	SHS 80x8.0	0.285	36.000	10.255
	SHS 80x4.0	0.306	81.633	24.975
	SHS 80x5.0	0.302	5.831	1.763
Total				223.562

Tabla 22: Resumen de la cantidad de superficie a pintar en la obra (Marquesina). Fuente: CYPE 3D

Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	SHS	SHS 150x10.0	335.500			1.761			13823.05		
			SHS 80x8.0	36.000			0.075			587.55		
			SHS 80x4.0	81.633			0.096			752.22		
			SHS 80x5.0	5.831			0.008			65.64		
					458.964			1.940			15228.46	
						458.964			1.940			15228.46

Tabla 23: Resumen de la cantidad de material en barras utilizado en la obra (Marquesina). Fuente: CYPE 3D

3.3 Cimentación

Descripción (Elementos de cimentación aislados)

Referencias	Geometría	Armado
N70 y N71	Zapata cuadrada Anchura: 185 cm Canto: 60 cm	Sup X: 10Ø12c/18 Sup Y: 10Ø12c/18 Inf X: 10Ø12c/18 Inf Y: 10Ø12c/18
N72, N24 y N23	Zapata cuadrada Anchura: 205 cm Canto: 60 cm	Sup X: 11Ø12c/18 Sup Y: 11Ø12c/18 Inf X: 11Ø12c/18 Inf Y: 11Ø12c/18
N73 y N75	Zapata cuadrada Anchura: 120 cm Canto: 50 cm	Sup X: 6Ø12c/21 Sup Y: 6Ø12c/21 Inf X: 6Ø12c/21 Inf Y: 6Ø12c/21
N47	Zapata cuadrada Anchura: 125 cm Canto: 60 cm	Sup X: 7Ø12c/18 Sup Y: 7Ø12c/18 Inf X: 7Ø12c/18 Inf Y: 7Ø12c/18

Tabla 24: Geometría de la cimentación de la obra (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.

Resumen de medición

Elemento	B 400 S, CN (kg)	Hormigón (m³)	
	Ø12	HA-25, Control Estadístico	Limpieza
Referencias: N70 y N71	2x68.38	2x2.05	2x0.34
Referencias: N72, N24 y N23	3x83.78	3x2.52	3x0.42
Referencias: N73 y N75	2x32.56	2x0.72	2x0.14
Referencia: N47	39.38	0.94	0.16
Totales	492.60	14.05	2.39

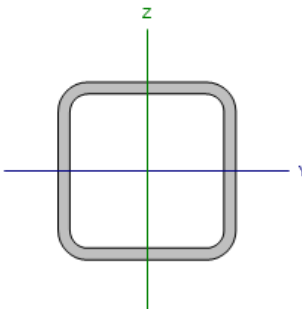
Tabla 25: Resumen de la cantidad de material en la cimentación utilizado en la obra (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.

3.4 Resultados

En primer lugar se mostrarán los resultados de las comprobaciones E.L.U de una sección de una sola viga para corroborar que todas las comprobaciones cumplen y posteriormente, un resumen de todas las barras. En el caso de la marquesina se tuvo que optar por un tipo de perfiles distinto (SHS tubulares huecos).

Comprobaciones E.L.U. de una sola barra completo

Barra N16/N43

Perfil: SHS 150x10.0 Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm²)	I _y ⁽¹⁾ (cm4)	I _z ⁽¹⁾ (cm4)	I _t ⁽²⁾ (cm4)
	N16	N43	6.000	52.49	1640.07	1640.07	2829.77
	Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo			Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00			
L _K	6.000	6.000	0.000	0.000			
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 30 Factor de forma: 106.43 m-1 Temperatura máx. de la barra: 668.0 °C Pintura intumescente: 0.2 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{rel}	N_t	N_c	M_y	M_z	V_y	V_z	$M_y V_z$	$M_z V_y$	NM_y	NM_z	$NM_y V_z$	M_t	$M_y V_t$	
N16/N43	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{\text{rel}} \leq \lambda_{\text{rel,lim}}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.5$	$x: 6 \text{ m}$ $\eta = 7.5$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 1.3$	$x: 6 \text{ m}$ $\eta = 0.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 6 \text{ m}$ $\eta = 8.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$x: 6 \text{ m}$ $\eta = 0.8$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $h = 8.6$
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO															Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_y	V_z	$M_y V_z$	$M_z V_y$	NM_y	NM_z	$NM_y V_z$	M_t	$M_y V_t$	$M_z V_t$		
N16/N43	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.7$	$x: 6 \text{ m}$ $\eta = 11.9$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 1.4$	$x: 6 \text{ m}$ $\eta = 1.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 6 \text{ m}$ $\eta = 13.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$x: 6 \text{ m}$ $\eta = 1.4$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $h = 13.0$		
Notación:																
N_t : Resistencia a tracción																
N_c : Resistencia a compresión																
M_y : Resistencia a flexión eje Y																
M_z : Resistencia a flexión eje Z																
V_y : Resistencia a corte Z																
V_z : Resistencia a corte Y																
$M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados																
$M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados																
NM_y : Resistencia a flexión y axil combinados																
NM_z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados																
M_t : Resistencia a torsión																
$M_y V_t$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados																
$M_z V_t$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados																
x : Distancia al origen de la barra																
h : Coeficiente de aprovechamiento (%)																

Figura 25: Geometría de la barra a estudiar (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} : \underline{1.24}$ ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 52.49 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 944.24 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 944.24 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 944.24 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 1640.07 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 1640.07 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 2829.77 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 0.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{ky} : 6.000 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kz} : 6.000 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

L_{kt} : 0.000 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

i₀ : 7.91 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 5.59 cm

i_z : 5.59 cm

y₀, z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y₀ : 0.00 mm

z₀ : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

13.00 301.61 ✓

Donde:

h_w : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A_w : Área del alma.

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

h_w : 130.00 mm

t_w : 10.00 mm

A_w : 26.00 cm²

$A_{fc,ef}$: 15.00 cm²

k : 0.30

E : 210000 MPa

f_{yf} : 275.00 MPa

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : 0.002 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1(2).

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 2.42 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 1374.63 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 52.49 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.002 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

h : 0.005 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1(1)+0.75·N1.

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 2.58 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{c,Rd} : \underline{1374.63} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{52.49} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{572.92} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{52.49} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M1} : \underline{1.05}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$c_y : \underline{0.42}$$

$$c_z : \underline{0.42}$$

Siendo:

$$f_y : \underline{1.52}$$

$$f_z : \underline{1.52}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.24}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.24}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el

menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{944.24} \text{ kN}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{944.24} \text{ kN}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{944.24} \text{ kN}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.075} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V3(2) + 0.75 \cdot N1$.

M^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V3(1)$.

M^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{5.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{70.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{268.12} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1(2).

M⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^{+} : \underline{0.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1(1).

M⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^{-} : \underline{0.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{70.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{268.12} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V3(1).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.98} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{393.15} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{26.00} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d : Altura del alma.

$$d : \underline{130.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$13.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{13.00}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{\max}$: Esbeltez máxima.

$$l_{\max} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e : Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1(1).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.28} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{400.49} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{26.49} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{52.49} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{130.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$15.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{15.00}$$

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

$l_{\max}$: Esbeltez máxima.

$$l_{\max} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e : Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTEDB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$2.32 \text{ kN} \leq 196.57 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V3(2)+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.32} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{393.15} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTEDB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.28 \text{ kN} \leq 200.25 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1(1).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.28} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{400.49} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.086} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.085} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{és}imos se producen en el nudo N43, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V3(1).

Donde:

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo p^{és}imo.

$$N_{t,Ed} : \underline{1.01} \text{ kN}$$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo p^{és}imos, según los

$$M_{y,Ed} : \underline{5.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{z,Ed} : \underline{0.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a tracción.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1374.63} \text{ kN}$$

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{70.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{70.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

M_{ef,Ed}: Momento flector solicitante de cálculo p^{és}imo.

$$M_{ef,Ed} : \underline{-5.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

σ_{com,Ed}: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{19.47} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

W_{y,com}: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{268.12} \text{ cm}^3$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{52.49} \text{ cm}^2$$

M_{b,Rd,y}: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{70.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo p^{és}imo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{és}imos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V3(2)+0.75·N1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$2.32 \text{ kN} \leq 196.40 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{Ed,z}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p^{és}imo.

$$V_{Ed,z} : \underline{2.32} \text{ kN}$$

V_{c,Rd,z}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{392.80} \text{ kN}$$

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·G2+0.9·V3(2)+0.75·N1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{59.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{392.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N43, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V3(1).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.98} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{392.97} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{393.15} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{392.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{simos} se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1(1)+0.75·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p_{simos}.

$$V_{Ed} : \underline{0.28} \text{ kN}$$

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo p_{simos}.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{400.18} \text{ kN}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{400.49} \text{ kN}$$

t_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión.

$$t_{T,Ed} : \underline{0.12} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{392.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo p_{simos} se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V1(2).

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo p_{simos}.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.76} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} : \underline{442.84} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{52.49} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{84.37} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$$f_{y,q} : \underline{84.37} \text{ MPa}$$

f_{y,q}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,q}$: 0.31

$g_{m,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{m,q}$: 1.00

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V1(1).

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.90} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{c,Rd} : \underline{442.84} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y dedesarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{52.49} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{84.37} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$$f_{y,q} : \underline{84.37} \text{ MPa}$$

f_{y,q}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

k_{y,q}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.31}$$

g_{M,q}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{125.26} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{52.49} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{84.37} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$$f_{y,q} : \underline{84.37} \text{ MPa}$$

f_{y,q}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

k_{y,q}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.31}$$

g_{M,q}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

Siendo:

$$c_y : \underline{0.28}$$

$$c_z : \underline{0.28}$$

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda, \theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$k_{\lambda, q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el

menor de los siguientes valores:

$N_{cr, y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr, z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr, T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$f_y : \underline{2.13}$$

$$f_z : \underline{2.13}$$

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.60}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.60}$$

$$k_{\lambda, q} : \underline{1.30}$$

$$N_{cr} : \underline{944.24} \text{ kN}$$

$$N_{cr, y} : \underline{944.24} \text{ kN}$$

$$N_{cr, z} : \underline{944.24} \text{ kN}$$

$$N_{cr, T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c, Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.119} \checkmark$$

Para flexión positiva:

M^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones PP+0.5·V3(1).

M^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{2.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c, Rd}$ viene dado por:

$$M_{c, Rd} = W_{pl, y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c, Rd} : \underline{22.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl, y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl, y} : \underline{268.12} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{84.37} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y, \theta} / \gamma_{M, \theta}$$

Siendo:

$$f_{y, q} : \underline{84.37} \text{ MPa}$$

$f_{y, q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y, \theta} = f_y \cdot k_{y, \theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y, q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y, q} : \underline{0.31}$$

$g_{M, q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M, q} : \underline{1.00}$$

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.014 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones PP+0.5·V1(2).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.29 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones PP+0.5·V1(1).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.31 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 22.62 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 268.12 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 84.37 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: 84.37 MPa

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,q}$: 0.31

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$: 1.00

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.014} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones PP+0.5·V3(1).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.80} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{126.65} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{26.00} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d : Altura del alma.

$$d : \underline{130.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{84.37} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$$f_{y,q} : \underline{84.37} \text{ MPa}$$

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.31}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$13.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

I_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$$I_w : \underline{13.00}$$

$I_{\max}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

$$I_{\max} : \underline{64.71}$$

e : Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V1(1).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.10} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{129.02} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{26.49} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{52.49} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{130.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{84.37} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$$f_{y,0} : \underline{84.37} \text{ MPa}$$

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.31}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$15.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

I_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

$$I_w : \underline{15.00}$$

$I_{\max}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

$$I_{\max} : \underline{64.71}$$

e : Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTEDB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$1.30 \text{ kN} \leq 63.33 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V3(2).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.30} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{126.65} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTEDB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.10 \text{ kN} \leq 64.51 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V1(1).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.10} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{129.02} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTEDB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.130} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.129} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{és}imos se producen en el nudo N43, para la combinación de acciones PP+0.5·V3(1).

Donde:

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo p^{és}imo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.30} \text{ kN}$$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo p^{és}imos, según los

$$M_{y,Ed} : \underline{2.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{z,Ed} : \underline{0.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a tracción.

$$N_{pl,Rd} : \underline{442.84} \text{ kN}$$

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{22.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{22.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

M_{ef,Ed}: Momento flector solicitante de cálculo p^{és}imo.

$$M_{ef,Ed} : \underline{-2.68} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

S_{com,Ed}: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$S_{com,Ed} : \underline{10.00} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

W_{y,com}: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{268.12} \text{ cm}^3$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{52.49} \text{ cm}^2$$

M_{b,Rd,y}: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{22.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo p^{és}imo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{és}imos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V3(2).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$1.30 \text{ kN} \leq 63.24 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{Ed,z}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p^{és}imo.

$$V_{Ed,z} : \underline{1.30} \text{ kN}$$

V_{c,Rd,z}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{126.48} \text{ kN}$$

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.2·N1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{19.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{392.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{84.37} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$$f_{y,q} : \underline{84.37} \text{ MPa}$$

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.31}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.014} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N43, para la combinación de acciones PP+0.5·V3(1).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.80} \text{ kN}$$

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{126.51} \text{ kN}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{126.65} \text{ kN}$$

t_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión.

$$t_{T,Ed} : \underline{0.06} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_t: Módulo de resistencia a torsión.

$$W_t : \underline{392.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{84.37} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$$f_{y,q} : \underline{84.37} \text{ MPa}$$

f_{y,q}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

k_{y,q}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.31}$$

g_{M,q}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a cortante y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : 0.001 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V1(1).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p^{ésimo}.

V_{Ed} : 0.10 kN

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo p^{ésimo}.

M_{T,Ed} : 0.02 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd}$$

V_{pl,T,Rd} : 128.86 kN

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{pl,Rd} : 129.02 kN

t_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión.

t_{T,Ed} : 0.06 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_t: Módulo de resistencia a torsión.

W_t : 392.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 84.37 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

f_{y,q} : 84.37 MPa

f_{y,q}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

k_{y,q}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

k_{y,q} : 0.31

g_{M,q}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

g_{M,q} : 1.00

Comprobaciones E.L.U. (resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_{w0}	N_k	N_c	M_V	M_2	V_2	V_V	$M_V V_2$	$M_2 V_V$	$N M_V M_2$	$N M_V M_2 V_V V_2$	M_k	$M_k V_2$	$M_k V_V$	
N1/N21	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.6$	$\eta = 0.9$	x: 0.075 m $\eta = 17.9$	x: 0.075 m $\eta = 3.7$	x: 0.075 m $\eta = 2.3$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.075 m $\eta = 19.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.5$	x: 0.075 m $\eta = 2.4$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 19.4$
N21/N19	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 10.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.46 m $\eta = 7.9$	x: 2.46 m $\eta = 1.6$	x: 0.203 m $\eta = 1.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.46 m $\eta = 18.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.6$	x: 0.203 m $\eta = 1.2$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 18.5$
N19/N17	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 17.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.46 m $\eta = 6.9$	x: 2.46 m $\eta = 1.4$	x: 0.203 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.46 m $\eta = 25.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.7$	x: 0.203 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 25.3$
N17/N15	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 23.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.46 m $\eta = 5.1$	x: 2.46 m $\eta = 1.7$	x: 0.203 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.46 m $\eta = 29.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.9$	x: 0.203 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 29.3$
N15/N5	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 26.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.297 m $\eta = 4.2$	x: 2.297 m $\eta = 2.8$	x: 0.203 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.297 m $\eta = 32.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.9$	x: 0.203 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 32.6$
N5/N13	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 26.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.203 m $\eta = 4.2$	x: 0.203 m $\eta = 2.8$	x: 2.297 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.203 m $\eta = 32.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.9$	x: 2.297 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 32.6$
N13/N11	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 23.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.04 m $\eta = 5.1$	x: 0.04 m $\eta = 1.7$	x: 2.297 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.04 m $\eta = 29.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.9$	x: 2.297 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 29.3$
N11/N7	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 17.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.04 m $\eta = 6.9$	x: 0.04 m $\eta = 1.4$	x: 2.297 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.04 m $\eta = 25.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.7$	x: 2.297 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 25.3$
N7/N9	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 10.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.04 m $\eta = 7.9$	x: 0.04 m $\eta = 1.6$	x: 2.297 m $\eta = 1.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.04 m $\eta = 18.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.6$	x: 2.297 m $\eta = 1.2$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 18.5$
N9/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.6$	$\eta = 0.9$	x: 2.425 m $\eta = 17.9$	x: 2.425 m $\eta = 3.7$	x: 2.425 m $\eta = 2.3$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.425 m $\eta = 19.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.5$	x: 2.425 m $\eta = 2.4$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 19.4$
N2/N3	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 7.9$	x: 1.453 m $\eta = 21.9$	x: 0 m $\eta = 8.6$	x: 1.452 m $\eta = 2.1$	$\eta = 1.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 29.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.0$	x: 1.452 m $\eta = 2.1$	$\eta = 1.4$	CUMPLE $\eta = 29.3$
N4/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 11.8$	x: 0.075 m $\eta = 18.8$	x: 0.075 m $\eta = 4.0$	x: 0.075 m $\eta = 4.1$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.075 m $\eta = 33.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.8$	x: 0.075 m $\eta = 4.2$	$\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 33.1$
N22/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 21.3$	x: 0.075 m $\eta = 9.5$	x: 0.075 m $\eta = 1.9$	x: 0.075 m $\eta = 3.1$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.075 m $\eta = 32.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.4$	x: 0.075 m $\eta = 3.3$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 32.1$
N20/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 27.9$	x: 0.075 m $\eta = 7.8$	x: 0.075 m $\eta = 2.1$	x: 0.075 m $\eta = 2.9$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.075 m $\eta = 37.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.2$	x: 0.075 m $\eta = 3.0$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 37.4$
N18/N16	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 32.0$	x: 0.075 m $\eta = 5.2$	x: 2.297 m $\eta = 2.1$	x: 0.075 m $\eta = 2.5$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.075 m $\eta = 38.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.5$	x: 0.075 m $\eta = 2.6$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 38.3$
N16/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 33.2$	x: 1.25 m $\eta = 4.8$	x: 2.425 m $\eta = 1.7$	x: 0.075 m $\eta = 2.3$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.446 m $\eta = 38.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 0.075 m $\eta = 2.3$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 38.7$
N6/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 33.2$	x: 1.25 m $\eta = 4.8$	x: 0.075 m $\eta = 1.7$	x: 2.425 m $\eta = 2.3$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.054 m $\eta = 38.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 2.425 m $\eta = 2.3$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 38.7$
N14/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 32.0$	x: 2.425 m $\eta = 5.2$	x: 0.203 m $\eta = 2.1$	x: 2.425 m $\eta = 2.5$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.425 m $\eta = 38.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.5$	x: 2.425 m $\eta = 2.6$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 38.3$
N12/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 27.9$	x: 2.425 m $\eta = 7.8$	x: 2.425 m $\eta = 2.1$	x: 2.425 m $\eta = 2.9$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.425 m $\eta = 37.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.2$	x: 2.425 m $\eta = 3.0$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 37.4$
N8/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 21.3$	x: 2.425 m $\eta = 9.5$	x: 2.425 m $\eta = 1.9$	x: 2.425 m $\eta = 3.1$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.425 m $\eta = 32.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.4$	x: 2.425 m $\eta = 3.3$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 32.1$
N10/N3	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 11.8$	x: 2.425 m $\eta = 18.8$	x: 2.425 m $\eta = 4.0$	x: 2.425 m $\eta = 4.1$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.425 m $\eta = 33.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.8$	x: 2.425 m $\eta = 4.2$	$\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 33.1$
N1/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 7.9$	x: 1.453 m $\eta = 21.9$	x: 0 m $\eta = 8.6$	x: 1.452 m $\eta = 2.1$	$\eta = 1.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 29.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.0$	x: 1.452 m $\eta = 2.1$	$\eta = 1.4$	CUMPLE $\eta = 29.3$
N5/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m $\eta = 1.4$	x: 1.5 m $\eta = 4.9$	x: 1.5 m $\eta = 0.1$	x: 1.5 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.047 m $\eta < 0.1$	x: 1.5 m $\eta = 6.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 6.2$
N7/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 15.1$	x: 0.047 m $\eta = 6.7$	x: 1.453 m $\eta = 6.7$	x: 1.453 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 24.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.3$	x: 1.453 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.8$	CUMPLE $\eta = 24.4$
N9/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 19.5$	x: 1.453 m $\eta = 15.0$	x: 0.047 m $\eta = 12.0$	x: 1.453 m $\eta = 0.9$	$\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 39.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.9$	x: 1.453 m $\eta = 0.9$	$\eta = 1.5$	CUMPLE $\eta = 39.4$
N11/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 10.6$	x: 0.047 m $\eta = 7.6$	x: 1.453 m $\eta = 4.6$	x: 1.453 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 19.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.8$	x: 1.453 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 19.8$
N13/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 6.3$	x: 0.047 m $\eta = 7.4$	x: 1.453 m $\eta = 2.7$	x: 1.453 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 13.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 1.453 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 13.7$
N9/N3	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.826 m $\eta = 50.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.827 m $\eta = 4.6$	x: 0.047 m $\eta = 4.6$	x: 2.827 m $\eta = 0.4$	x: 0.047 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.827 m $\eta = 56.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.3$	x: 2.827 m $\eta = 0.4$	x: 0.047 m $\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 56.4$
N7/N10	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.867 m $\eta = 41.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.055 m $\eta = 1.3$	x: 2.868 m $\eta = 5.3$	x: 2.868 m $\eta = 0.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.868 m $\eta = 46.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 46.1$
N11/N8	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.867 m $\eta = 28.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.055 m $\eta = 1.3$	x: 2.868 m $\eta = 5.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.868 m $\eta = 33.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.3$	x: 2.868 m $\eta = 0.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 33.0$
N13/N12	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.867 m $\eta = 17.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.256 m $\eta = 1.4$	x: 2.868 m $\eta = 5.1$	x: 2.868 m $\eta = 0.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.868 m $\eta = 20.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 2.868 m $\eta = 0.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 20.8$
N5/N14	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.867 m $\eta = 5.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.478 m $\eta = 1.5$	x: 2.868 m $\eta = 4.6$	x: 2.868 m $\eta = 0.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.868 m $\eta = 8.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 2.868 m $\eta = 0.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 8.3$
N15/N16	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 6.3$	x: 0.047 m $\eta = 7.4$	x: 1.453 m $\eta = 2.7$	x: 1.453 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 13.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 1.453 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 13.7$
N17/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$														

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N25/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.2$	x: 2.46 m $\eta = 7.8$	x: 0.075 m $\eta = 2.4$	x: 2.46 m $\eta = 0.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.46 m $\eta = 8.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.5$	x: 2.46 m $\eta = 0.9$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 8.2$
N26/N27	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 1.5$	x: 2.46 m $\eta = 28.7$	x: 2.46 m $\eta = 2.4$	x: 0.203 m $\eta = 2.8$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.46 m $\eta = 31.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 6.9$	x: 0.203 m $\eta = 2.9$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 31.5$
N27/N74	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 10.0$	x: 1.175 m $\eta = 78.3$	x: 1.175 m $\eta = 6.3$	x: 1.175 m $\eta = 19.9$	$\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.175 m $\eta = 91.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 8.7$	x: 1.175 m $\eta = 20.9$	$\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 91.5$
N74/N28	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 9.9$	x: 0.075 m $\eta = 74.1$	x: 0.075 m $\eta = 5.7$	x: 0.075 m $\eta = 16.6$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.075 m $\eta = 84.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.3$	x: 0.075 m $\eta = 16.8$	$\eta = 0.8$	CUMPLE $\eta = 84.5$
N28/N29	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 14.1$	x: 0.203 m $\eta = 26.9$	x: 2.46 m $\eta = 2.5$	x: 2.46 m $\eta = 2.8$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.203 m $\eta = 42.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.6$	x: 2.46 m $\eta = 2.8$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 42.5$
N29/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 13.6$	x: 2.297 m $\eta = 7.5$	x: 2.297 m $\eta = 2.8$	x: 2.297 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.297 m $\eta = 21.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 2.297 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 21.1$
N30/N31	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 13.6$	x: 0.203 m $\eta = 7.5$	x: 0.203 m $\eta = 2.8$	x: 0.203 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.203 m $\eta = 21.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 0.203 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 21.1$
N31/N32	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 14.1$	x: 2.297 m $\eta = 26.9$	x: 0.04 m $\eta = 2.5$	x: 0.04 m $\eta = 2.8$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.297 m $\eta = 42.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.6$	x: 0.04 m $\eta = 2.8$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 42.5$
N32/N76	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 9.9$	x: 1.175 m $\eta = 74.1$	x: 1.175 m $\eta = 5.7$	x: 1.175 m $\eta = 16.6$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.175 m $\eta = 84.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.3$	x: 1.175 m $\eta = 16.8$	$\eta = 0.8$	CUMPLE $\eta = 84.5$
N76/N33	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 10.0$	x: 0.075 m $\eta = 78.3$	x: 0.075 m $\eta = 6.3$	x: 0.075 m $\eta = 19.9$	$\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.075 m $\eta = 91.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 8.7$	x: 0.075 m $\eta = 20.9$	$\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 91.5$
N33/N34	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 1.5$	x: 0.04 m $\eta = 28.7$	x: 0.04 m $\eta = 2.4$	x: 2.297 m $\eta = 2.8$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.04 m $\eta = 31.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 6.9$	x: 2.297 m $\eta = 2.9$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 31.5$
N34/N35	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.2$	x: 0.04 m $\eta = 7.8$	x: 2.425 m $\eta = 2.4$	x: 0.04 m $\eta = 0.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.04 m $\eta = 8.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.5$	x: 0.04 m $\eta = 0.9$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 8.2$
N35/N36	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.452 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 1.453 m $\eta = 5.7$	x: 1.453 m $\eta = 5.2$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 8.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.0$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.8$	CUMPLE $\eta = 8.9$
N46/N45	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.297 m $\eta = 13.5$	x: 0.075 m $\eta = 4.1$	x: 2.297 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.297 m $\eta = 15.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.9$	x: 2.297 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 15.9$
N45/N44	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 9.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.297 m $\eta = 14.7$	x: 0.075 m $\eta = 2.5$	x: 2.297 m $\eta = 5.0$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.297 m $\eta = 24.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.0$	x: 2.297 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 24.5$
N44/N43	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 12.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.297 m $\eta = 10.6$	x: 2.297 m $\eta = 2.3$	x: 2.297 m $\eta = 4.2$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.297 m $\eta = 23.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.4$	x: 2.297 m $\eta = 4.3$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 23.5$
N43/N42	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 11.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.075 m $\eta = 14.9$	x: 2.297 m $\eta = 2.4$	x: 0.075 m $\eta = 4.7$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.075 m $\eta = 26.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 0.075 m $\eta = 4.7$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 26.3$
N42/N41	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 16.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.425 m $\eta = 19.9$	x: 2.425 m $\eta = 1.9$	x: 2.425 m $\eta = 5.7$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.425 m $\eta = 36.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.9$	x: 2.425 m $\eta = 5.7$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 36.6$
N41/N40	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 16.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.075 m $\eta = 19.9$	x: 0.075 m $\eta = 1.9$	x: 0.075 m $\eta = 5.7$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.075 m $\eta = 36.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.9$	x: 0.075 m $\eta = 5.7$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 36.6$
N40/N39	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 11.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.425 m $\eta = 14.9$	x: 0.203 m $\eta = 2.4$	x: 2.425 m $\eta = 4.7$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.425 m $\eta = 26.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 2.425 m $\eta = 4.7$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 26.3$
N39/N38	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 12.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.203 m $\eta = 10.6$	x: 0.203 m $\eta = 2.3$	x: 0.203 m $\eta = 4.2$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.203 m $\eta = 23.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.4$	x: 0.203 m $\eta = 4.3$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 23.5$
N38/N37	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 9.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.203 m $\eta = 14.7$	x: 2.425 m $\eta = 2.5$	x: 0.203 m $\eta = 5.0$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.203 m $\eta = 24.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.0$	x: 0.203 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 24.5$
N37/N36	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.203 m $\eta = 13.5$	x: 2.425 m $\eta = 4.1$	x: 0.203 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.203 m $\eta = 15.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.9$	x: 0.203 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 15.9$
N25/N46	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.452 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 1.453 m $\eta = 5.7$	x: 1.453 m $\eta = 5.2$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 8.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.0$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.8$	CUMPLE $\eta = 8.9$
N30/N41	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 0.047$ $\eta = 4.3$	x: 1.5 m $\eta = 4.3$	x: 0.047 m $\eta = 4.1$	$\eta = 1.1$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.5 m $\eta = 28.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 28.0$
N33/N38	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 0.047$ $\eta = 5.5$	x: 1.453 m $\eta = 21.4$	x: 0.047 m $\eta = 41.3$	$\eta = 1.0$	$\eta = 4.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.047 m $\eta = 49.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.2$	$\eta = 1.0$	$\eta = 4.2$	CUMPLE $\eta = 49.4$
N34/N37	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.452$ $\eta = 4.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.453 m $\eta = 11.6$	x: 0.047 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.5$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 15.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.7$	$\eta = 0.5$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 15.2$
N32/N39	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 0.047$ $\eta = 12.3$	x: 1.453 m $\eta = 25.3$	x: 0.047 m $\eta = 29.0$	$\eta = 1.2$	$\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.047 m $\eta = 44.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	$\eta = 1.2$	$\eta = 2.7$	CUMPLE $\eta = 44.7$
N31/N40	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.452 m $\eta = 1.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.453 m $\eta = 24.4$	x: 0.047 m $\eta = 11.0$	$\eta = 1.3$	$\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 27.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$\eta = 1.3$	$\eta = 1.0$	CUMPLE $\eta = 27.3$
N34/N36	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 0.047$ $\eta = 14.8$	x: 0.047 m $\eta = 6.3$	x: 0.047 m $\eta = 6.7$	x: 0.047 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.047 m $\eta = 24.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.6$	x: 0.047 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 24.2$
N33/N37	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 0.088$ $\eta = 71.7$	x: 0.088 m $\eta = 15.9$	x: 2.868 m $\eta = 5.7$	x: 0.088 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.088 m $\eta = 99.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.6$	x: 2.868 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 99.2$
N32/N38	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 0.047$ $\eta = 28.0$	x: 0.047 m $\eta = 18.6$	x: 2.868 m $\eta = 7.7$	x: 0.047 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.047 m $\eta = 51.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.8$	x: 0.047 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 51.0$
N31/N39	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.867 m $\eta = 4.1$	$\eta = 0.047$ $\eta = 2.9$	x: 2.868 m $\eta = 6.6$	x: 2.868 m $\eta = 6.8$	x: 2.868 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.868 m $\eta = 13.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 13.7$
N30/N40	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 0.088$ $\eta = 52.3$	x: 0.088 m $\eta = 5.7$	x: 2.868 m $\eta = 7.6$	x: 0.088 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.088 m $\eta = 60.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.2$	x: 0.088 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 60.7$
N29/N42	$\bar{\lambda} \leq 3$															

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N47/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 19.7$	x: 0 m $\eta = 33.9$	x: 0 m $\eta = 13.1$	$\eta = 1.9$	$\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 45.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.9$	CUMPLE $\eta = 45.1$
N48/N49	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.6$	$\eta = 0.6$	x: 0.075 m $\eta = 7.8$	x: 0.075 m $\eta = 2.8$	x: 0.075 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.075 m $\eta = 8.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.7$	x: 0.075 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 8.0$
N49/N50	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 4.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.46 m $\eta = 2.4$	x: 2.46 m $\eta = 2.4$	x: 0.203 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.46 m $\eta = 7.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.7$	x: 0.203 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 7.7$
N50/N51	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.767 m $\eta = 0.9$	x: 0.203 m $\eta = 2.3$	x: 2.46 m $\eta = 0.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.579 m $\eta = 7.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 2.46 m $\eta = 0.2$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 7.3$
N51/N52	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 4.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.203 m $\eta = 2.0$	x: 0.203 m $\eta = 2.0$	x: 2.46 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.203 m $\eta = 7.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.6$	x: 2.46 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 7.3$
N52/N53	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.2$	$\eta = 0.5$	x: 2.297 m $\eta = 10.8$	x: 2.297 m $\eta = 6.4$	x: 2.297 m $\eta = 1.5$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.297 m $\eta = 13.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.6$	x: 2.297 m $\eta = 1.5$	$\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 13.8$
N53/N54	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.2$	$\eta = 0.5$	x: 0.203 m $\eta = 10.8$	x: 0.203 m $\eta = 6.4$	x: 0.203 m $\eta = 1.5$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.203 m $\eta = 13.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.6$	x: 0.203 m $\eta = 1.5$	$\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 13.8$
N54/N55	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 4.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.297 m $\eta = 2.0$	x: 2.297 m $\eta = 2.0$	x: 0.04 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.297 m $\eta = 7.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.6$	x: 0.04 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 7.3$
N55/N56	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.733 m $\eta = 0.9$	x: 2.297 m $\eta = 2.3$	x: 0.04 m $\eta = 0.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.921 m $\eta = 7.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 0.04 m $\eta = 0.2$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 7.3$
N56/N57	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 4.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.04 m $\eta = 2.4$	x: 0.04 m $\eta = 2.4$	x: 2.297 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.04 m $\eta = 7.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.7$	x: 2.297 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 7.7$
N57/N58	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.6$	$\eta = 0.6$	x: 2.425 m $\eta = 7.8$	x: 2.425 m $\eta = 2.8$	x: 2.425 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.425 m $\eta = 8.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.7$	x: 2.425 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 8.0$
N58/N59	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 3.7$	x: 1.453 m $\eta = 22.7$	x: 0 m $\eta = 7.9$	$\eta = 1.3$	$\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 26.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.5$	$\eta = 1.3$	$\eta = 1.3$	CUMPLE $\eta = 26.0$
N69/N68	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 4.6$	x: 0.075 m $\eta = 9.5$	x: 0.075 m $\eta = 3.6$	x: 0.075 m $\eta = 2.8$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.075 m $\eta = 15.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.5$	x: 0.075 m $\eta = 2.9$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 15.5$
N68/N67	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 6.3$	x: 0.075 m $\eta = 4.9$	x: 2.297 m $\eta = 1.4$	x: 0.075 m $\eta = 2.3$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.075 m $\eta = 11.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.2$	x: 0.075 m $\eta = 2.3$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 11.3$
N67/N66	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 5.2$	x: 2.297 m $\eta = 4.1$	x: 0.075 m $\eta = 1.5$	x: 2.297 m $\eta = 2.1$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.297 m $\eta = 9.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.9$	x: 2.297 m $\eta = 2.2$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 9.7$
N66/N65	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 1.3$	x: 2.297 m $\eta = 5.9$	x: 2.297 m $\eta = 1.4$	x: 2.297 m $\eta = 2.4$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.297 m $\eta = 7.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 2.297 m $\eta = 2.4$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 7.6$
N65/N64	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 4.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.425 m $\eta = 12.5$	x: 2.425 m $\eta = 1.6$	x: 2.425 m $\eta = 3.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.425 m $\eta = 17.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.7$	x: 2.425 m $\eta = 3.2$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 17.4$
N64/N63	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 4.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.075 m $\eta = 12.5$	x: 0.075 m $\eta = 1.6$	x: 0.075 m $\eta = 3.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.075 m $\eta = 17.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.7$	x: 0.075 m $\eta = 3.2$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 17.4$
N63/N62	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 1.3$	x: 0.203 m $\eta = 5.9$	x: 0.203 m $\eta = 1.4$	x: 0.203 m $\eta = 2.4$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.203 m $\eta = 7.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 0.203 m $\eta = 2.4$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 7.6$
N62/N61	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 5.2$	x: 0.203 m $\eta = 4.1$	x: 2.425 m $\eta = 1.5$	x: 0.203 m $\eta = 2.1$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.203 m $\eta = 9.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.9$	x: 0.203 m $\eta = 2.2$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 9.7$
N61/N60	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 6.3$	x: 2.425 m $\eta = 4.9$	x: 0.203 m $\eta = 1.4$	x: 2.425 m $\eta = 2.3$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.425 m $\eta = 11.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.2$	x: 2.425 m $\eta = 2.3$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 11.3$
N60/N59	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta = 4.6$	x: 2.425 m $\eta = 9.5$	x: 2.425 m $\eta = 3.6$	x: 2.425 m $\eta = 2.8$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.425 m $\eta = 15.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.5$	x: 2.425 m $\eta = 2.9$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 15.5$
N48/N69	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 3.7$	x: 1.453 m $\eta = 22.7$	x: 0 m $\eta = 7.9$	$\eta = 1.3$	$\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 26.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.5$	$\eta = 1.3$	$\eta = 1.3$	CUMPLE $\eta = 26.0$
N53/N64	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m $\eta = 2.2$	x: 0.047 m $\eta = 21.5$	x: 0.047 m $\eta = 4.4$	x: 1.5 m $\eta = 2.2$	$\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.047 m $\eta = 22.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 22.2$
N56/N61	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m $\eta = 2.7$	x: 1.453 m $\eta = 10.6$	x: 0.047 m $\eta = 0.4$	x: 1.453 m $\eta = 0.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 11.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 1.453 m $\eta = 0.9$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 11.6$
N57/N60	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m $\eta = 7.3$	x: 1.453 m $\eta = 16.9$	x: 0.047 m $\eta = 3.5$	$\eta = 0.8$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 21.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.1$	$\eta = 0.8$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 21.9$
N55/N62	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.453 m $\eta = 11.3$	x: 0.047 m $\eta = 2.3$	x: 1.453 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 13.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 1.453 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 13.1$
N54/N63	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.452 m $\eta = 4.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.453 m $\eta = 16.4$	x: 0.047 m $\eta = 7.5$	$\eta = 0.9$	$\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 21.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.4$	$\eta = 0.9$	$\eta = 0.9$	CUMPLE $\eta = 21.6$
N57/N59	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.826 m $\eta = 19.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.827 m $\eta = 2.5$	x: 0.047 m $\eta = 3.9$	x: 2.827 m $\eta = 0.3$	x: 0.047 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.827 m $\eta = 23.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.3$	x: 2.827 m $\eta = 0.3$	x: 0.047 m $\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 23.0$
N56/N60	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.867 m $\eta = 7.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 2.868 m $\eta = 1.0$	x: 2.868 m $\eta = 5.1$	x: 2.868 m $\eta = 0.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.868 m $\eta = 11.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.0$	x: 2.868 m $\eta = 0.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.8$	CUMPLE $\eta = 11.8$
N55/N61	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m $\eta = 10.6$	x: 0.047 m $\eta = 0.8$	x: 2.868 m $\eta = 4.6$	x: 0.047 m $\eta = 0.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.868 m $\eta = 13.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.9$	x: 0.047 m $\eta = 0.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.8$	CUMPLE $\eta = 13.6$
N54/N62	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m $\eta = 35.5$	x: 1.055 m $\eta = 1.1$	x: 2.868 m $\eta = 4.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.2$	x: 2.868 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.868 m $\eta = 39.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.3$	x: 2.868 m $\eta = 0.4$	x: 2.868 m $\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 39.0$
N53/N63	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.088 m $\eta = 54.8$	x: 0.088 m $\eta = 4.2$	x: 2.868 m $\eta = 6.3$	x: 0.088 m $\eta = 0.4$	x: 2.868 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.868 m $\eta = 60.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.2$	x: 0.088 m $\eta = 0.4$	x: 2.868 m $\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 60.1$
N52/N65	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.452 m $\eta = 4.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 1.453 m $\eta = 16.4$	x: 0.047 m $\eta = 7.5$	$\eta = 0.9$	$\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.453 m $\eta = 21.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.4$	$\eta = 0.9$	$\eta = 0.9$	CUMPLE $\eta = 21.6$
N51/N66	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.452 m $\eta = 1.8$	$N_{$												

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{w\text{m}}$	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y	
N71/N58	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 7.5	x: 0 m η = 52.0	x: 0 m η = 24.9	x: 0 m η = 5.1	x: 0 m η = 3.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 58.0	η < 0.1	η = 1.1	x: 0 m η = 5.1	x: 0 m η = 3.3	CUMPLE η = 58.0
N72/N53	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 17.7	x: 0 m η = 78.7	x: 0 m η = 13.0	x: 0 m η = 8.8	η = 0.9	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 91.8	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.1	η = 0.9	CUMPLE η = 91.8
N6/N41	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.3	η = 0.7	x: 5.925 m η = 19.6	x: 5.925 m η = 1.5	x: 5.925 m η = 1.2	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 19.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 1.0	η = 0.1	CUMPLE η = 19.7
N41/N64	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.6	η = 1.3	x: 0.075 m η = 19.2	x: 0.075 m η = 0.6	x: 0.075 m η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 19.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 0.7	η < 0.1	CUMPLE η = 19.4
N3/N36	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.5	η = 1.2	x: 0.075 m η = 19.1	x: 5.925 m η = 3.2	x: 0.075 m η = 1.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 22.3	η < 0.1	η = 2.8	x: 0.075 m η = 1.4	η = 0.2	CUMPLE η = 22.3
N36/N59	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.4	η = 1.1	x: 5.925 m η = 19.1	x: 0.075 m η = 2.9	x: 5.925 m η = 1.2	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 20.5	η < 0.1	η = 1.0	x: 5.925 m η = 1.2	η = 0.2	CUMPLE η = 20.5
N46/N69	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.4	η = 1.1	x: 5.925 m η = 19.1	x: 0.075 m η = 2.9	x: 5.925 m η = 1.2	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 20.5	η < 0.1	η = 1.0	x: 5.925 m η = 1.2	η = 0.2	CUMPLE η = 20.5
N4/N46	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.5	η = 1.2	x: 0.075 m η = 19.1	x: 5.925 m η = 3.2	x: 0.075 m η = 1.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 22.3	η < 0.1	η = 2.8	x: 0.075 m η = 1.4	η = 0.2	CUMPLE η = 22.3
N73/N74	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 20.2	x: 0 m η = 29.5	x: 4.85 m η = 15.2	η = 1.4	η = 1.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 43.1	η < 0.1	η = 1.0	η = 1.4	η = 1.1	CUMPLE η = 43.1
N75/N76	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 20.2	x: 0 m η = 29.5	x: 4.85 m η = 15.2	η = 1.4	η = 1.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 43.1	η < 0.1	η = 1.0	η = 1.4	η = 1.1	CUMPLE η = 43.1
N22/N45	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.5	x: 0.075 m η = 6.5	x: 0.075 m η = 3.9	x: 5.925 m η = 0.7	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 9.7	η < 0.1	η = 3.5	x: 5.925 m η = 0.7	η = 0.2	CUMPLE η = 9.7
N45/N68	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.4	x: 5.925 m η = 7.2	x: 5.925 m η = 3.2	x: 0.075 m η = 0.7	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 8.8	η < 0.1	η = 1.4	x: 0.075 m η = 0.7	η = 0.2	CUMPLE η = 8.8
N44/N67	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.4	x: 0.075 m η = 7.7	x: 0.075 m η = 3.2	x: 0.075 m η = 0.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 10.8	η < 0.1	η = 1.1	x: 0.075 m η = 0.8	η = 0.2	CUMPLE η = 10.8
N20/N44	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.4	x: 5.925 m η = 7.4	x: 5.925 m η = 3.6	x: 5.925 m η = 0.7	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 10.2	η < 0.1	η = 3.0	x: 5.925 m η = 0.7	η = 0.2	CUMPLE η = 10.2
N18/N43	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.4	x: 5.925 m η = 11.4	x: 0.075 m η = 3.1	x: 5.925 m η = 0.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 13.5	η < 0.1	η = 2.2	x: 5.925 m η = 0.8	η = 0.2	CUMPLE η = 13.5
N43/N66	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.4	x: 0.075 m η = 11.1	x: 5.925 m η = 2.9	x: 0.075 m η = 0.9	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 13.4	η < 0.1	η = 0.7	x: 0.075 m η = 0.9	η = 0.2	CUMPLE η = 13.4
N42/N65	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.4	x: 0.075 m η = 12.7	x: 5.925 m η = 2.1	x: 0.075 m η = 0.9	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 14.2	η < 0.1	η = 0.1	x: 0.075 m η = 0.9	η = 0.1	CUMPLE η = 14.2
N16/N42	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.5	x: 5.925 m η = 13.2	x: 0.075 m η = 2.2	x: 5.925 m η = 0.9	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 14.0	η < 0.1	η = 1.0	x: 5.925 m η = 0.9	η = 0.1	CUMPLE η = 14.0
N14/N40	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.5	x: 5.925 m η = 13.2	x: 0.075 m η = 2.2	x: 5.925 m η = 0.9	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 14.0	η < 0.1	η = 1.0	x: 5.925 m η = 0.9	η = 0.1	CUMPLE η = 14.0
N40/N63	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.4	x: 0.075 m η = 12.7	x: 5.925 m η = 2.1	x: 0.075 m η = 0.9	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 14.2	η < 0.1	η = 0.1	x: 0.075 m η = 0.9	η = 0.1	CUMPLE η = 14.2
N39/N62	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.4	x: 0.075 m η = 11.1	x: 5.925 m η = 2.9	x: 0.075 m η = 0.9	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 13.4	η < 0.1	η = 0.7	x: 0.075 m η = 0.9	η = 0.2	CUMPLE η = 13.4
N12/N39	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.4	x: 5.925 m η = 11.4	x: 0.075 m η = 3.1	x: 5.925 m η = 0.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 13.5	η < 0.1	η = 2.2	x: 5.925 m η = 0.8	η = 0.2	CUMPLE η = 13.5
N8/N38	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.4	x: 5.925 m η = 7.4	x: 5.925 m η = 3.6	x: 5.925 m η = 0.7	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 10.2	η < 0.1	η = 3.0	x: 5.925 m η = 0.7	η = 0.2	CUMPLE η = 10.2
N38/N61	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.4	x: 0.075 m η = 7.7	x: 0.075 m η = 3.2	x: 0.075 m η = 0.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 10.8	η < 0.1	η = 1.1	x: 0.075 m η = 0.8	η = 0.2	CUMPLE η = 10.8
N37/N60	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.4	x: 5.925 m η = 7.2	x: 5.925 m η = 3.2	x: 0.075 m η = 0.7	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 8.8	η < 0.1	η = 1.4	x: 0.075 m η = 0.7	η = 0.2	CUMPLE η = 8.8
N10/N37	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w\text{m}} \leq \lambda_{w\text{m},\text{máx}}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.5	x: 0.075 m η = 6.5	x: 0.075 m η = 3.9	x: 5.925 m η = 0.7	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 9.7	η < 0.1	η = 3.5	x: 5.925 m η = 0.7	η = 0.2	CUMPLE η = 9.7
Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_Y: Resistencia a flexión eje Y M_Z: Resistencia a flexión eje Z V_Z: Resistencia a corte Z V_Y: Resistencia a corte Y M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados NM_YM_ZV_YV_Z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.																

Tabla 26: Comprobaciones E.LU. resumido de todas las barras a temperatura ambiente (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y		
N1/N21	η = 0.6	η = 1.1	x: 0.075 m η = 16.4	x: 0.075 m η = 3.8	x: 0.075 m η = 2.2	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 17.8	η < 0.1	η = 4.6	x: 0.075 m η = 2.2	η = 0.4	CUMPLE η = 17.8	
N21/N19	η = 8.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.46 m η = 6.1	x: 2.459 m η = 1.7	x: 0.203 m η = 1.2	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.46 m η = 14.3	η < 0.1	η = 4.8	x: 0.203 m η = 1.2	η = 0.1	CUMPLE η = 14.3	
N19/N17	η = 14.9	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.46 m η = 5.3	x: 2.46 m η = 1.5	x: 0.203 m η = 1.1	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.46 m η = 20.7	η < 0.1	η = 4.1	x: 0.203 m η = 1.1	η = 0.1	CUMPLE η = 20.7	
N17/N15	η = 19.5	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.46 m η = 3.8	x: 2.46 m η = 1.8	x: 0.203 m η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.46 m η = 24.2	η < 0.1	η = 3.0	x: 0.203 m η = 0.8	η < 0.1	CUMPLE η = 24.2	
N15/N5	η = 22.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.088 m η = 3.2	x: 2.297 m η = 3.0	x: 0.203 m η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.296 m η = 26.8	η < 0.1	η = 1.9	x: 0.203 m η = 0.6	η = 0.1	CUMPLE η = 26.8	
N5/N13	η = 22.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.412 m η = 3.2	x: 0.203 m η = 3.0	x: 2.297 m η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.203 m η = 26.8	η < 0.1	η = 1.9	x: 2.297 m η = 0.6	η = 0.1	CUMPLE η = 26.8	
N13/N11	η = 19.5	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.04 m η = 3.8	x: 0.04 m η = 1.8	x: 2.297 m η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.04 m η = 24.2	η < 0.1	η = 3.0	x: 2.297 m η = 0.8	η < 0.1	CUMPLE η = 24.2	
N11/N7	η = 14.9	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.04 m η = 5.3	x: 0.04 m η = 1.5	x: 2.297 m η = 1.1	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.04 m η = 20.7	η < 0.1	η = 4.1	x: 2.297 m η = 1.1	η = 0.1	CUMPLE η = 20.7	
N7/N9	η = 8.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.04 m η = 6.1	x: 0.04 m η = 1.7	x: 2.297 m η = 1.2	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.04 m η = 14.3	η < 0.1	η = 4.8	x: 2.297 m η = 1.2	η = 0.1	CUMPLE η = 14.3	
N9/N2	η = 0.6	η = 1.1	x: 2.425 m η = 16.4	x: 2.425 m η = 3.8	x: 2.425 m η = 2.2	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 17.8	η < 0.1	η = 4.6	x: 2.425 m η = 2.2	η = 0.4	CUMPLE η = 17.8	
N2/N3	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 7.0	x: 1.453 m η = 25.9	x: 0 m η = 9.1	x: 1.452 m η = 2.3	η = 1.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 33.4	η < 0.1	η = 3.1	x: 1.452 m η = 2.3	η = 1.5	CUMPLE η = 33.4	
N4/N22	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 11.0	x: 0.075 m η = 14.3	x: 0.075 m η = 4.3	x: 0.075 m η = 2.9	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 27.3	η < 0.1	η = 6.2	x: 0.075 m η = 2.9	η = 0.5	CUMPLE η = 27.3	
N22/N20	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 20.1	x: 0.075 m η = 6.1	x: 0.075 m η = 2.3	x: 0.075 m η = 2.0	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 27.4	η < 0.1	η = 5.0	x: 0.075 m η = 2.1	η = 0.4	CUMPLE η = 27.4	
N20/N18	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 26.3	x: 0.075 m η = 5.3	x: 0.075 m η = 2.4	x: 0.075 m η = 1.9	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 32.9	η < 0.1	η = 3.6	x: 0.075 m η = 2.0	η = 0.4	CUMPLE η = 32.9	
N18/N16	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 30.1	x: 1.556 m η = 3.4	x: 2.297 m η = 2.3	x: 0.075 m η = 1.6	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.556 m η = 34.1	η < 0.1	η = 2.0	x: 0.075 m η = 1.6	η = 0.3	CUMPLE η = 34.1	
N16/N6	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 31.4	x: 1.25 m η = 3.5	x: 2.425 m η = 1.9	x: 0.075 m η = 1.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.25 m η = 35.4	η < 0.1	η = 1.3	x: 0.075 m η = 1.4	η = 0.2	CUMPLE η = 35.4	
N6/N14	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 31.4	x: 1.25 m η = 3.5	x: 0.075 m η = 1.9	x: 2.425 m η = 1.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.25 m η = 35.4	η < 0.1	η = 1.3	x: 2.425 m η = 1.4	η = 0.2	CUMPLE η = 35.4	
N14/N12	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 30.1	x: 0.944 m η = 3.4	x: 0.203 m η = 2.3	x: 2.425 m η = 1.6	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.944 m η = 34.1	η < 0.1	η = 2.0	x: 2.425 m η = 1.6	η = 0.3	CUMPLE η = 34.1	
N12/N8	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 26.3	x: 2.425 m η = 5.3	x: 2.425 m η = 2.4	x: 2.425 m η = 1.9	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 32.9	η < 0.1	η = 3.6	x: 2.425 m η = 2.0	η = 0.4	CUMPLE η = 32.9	
N8/N10	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 20.1	x: 2.425 m η = 6.1	x: 2.425 m η = 2.3	x: 2.425 m η = 2.0	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 27.4	η < 0.1	η = 5.0	x: 2.425 m η = 2.1	η = 0.4	CUMPLE η = 27.4	
N10/N3	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 11.0	x: 2.425 m η = 14.3	x: 2.425 m η = 4.3	x: 2.425 m η = 2.9	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 27.3	η < 0.1	η = 6.2	x: 2.425 m η = 2.9	η = 0.5	CUMPLE η = 27.3	
N1/N4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 7.0	x: 1.453 m η = 25.9	x: 0 m η = 9.1	x: 1.452 m η = 2.3	η = 1.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 33.4	η < 0.1	η = 3.1	x: 1.452 m η = 2.3	η = 1.5	CUMPLE η = 33.4	
N5/N6	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 1.1	x: 1.5 m η = 5.1	x: 1.5 m η = 0.1	x: 1.5 m η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.047 m η < 0.1	x: 1.5 m η = 5.8	η < 0.1	η = 0.2	η = 0.1	η < 0.1	CUMPLE η = 5.8	
N7/N8	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 6.7	x: 1.453 m η = 3.5	x: 1.453 m η = 2.8	x: 1.453 m η = 0.5	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 10.9	η < 0.1	η = 1.2	x: 1.453 m η = 0.5	η = 0.4	CUMPLE η = 10.9	
N9/N10	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 8.6	x: 1.453 m η = 8.6	x: 1.453 m η = 5.0	x: 1.453 m η = 0.5	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 19.2	η < 0.1	η = 1.5	x: 1.453 m η = 0.5	η = 0.6	CUMPLE η = 19.2	
N11/N12	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 4.6	x: 1.453 m η = 4.1	x: 1.453 m η = 2.0	x: 1.453 m η = 0.6	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 8.9	η < 0.1	η = 0.9	x: 1.453 m η = 0.6	η = 0.2	CUMPLE η = 8.9	
N13/N14	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 2.6	x: 1.453 m η = 4.0	x: 1.453 m η = 1.2	x: 1.453 m η = 0.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 6.7	η < 0.1	η = 0.5	x: 1.453 m η = 0.5	η = 0.1	CUMPLE η = 6.7	
N9/N3	x: 2.826 m η = 30.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.827 m η = 4.1	x: 0.047 m η = 3.7	x: 2.827 m η = 0.5	x: 0.047 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.827 m η = 34.7	η < 0.1	η = 1.9	x: 2.827 m η = 0.5	x: 0.047 m η = 0.5	CUMPLE η = 34.7	
N7/N10	x: 2.867 m η = 24.8	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.868 m η = 1.4	x: 2.868 m η = 4.5	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.868 m η = 27.6	η < 0.1	η = 1.9	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.5	CUMPLE η = 27.6	
N11/N8	x: 2.867 m η = 17.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.868 m η = 1.3	x: 2.868 m η = 4.2	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.868 m η = 20.0	η < 0.1	η = 1.1	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.5	CUMPLE η = 20.0	
N13/N12	x: 2.867 m η = 10.5	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.458 m η = 1.3	x: 2.868 m η = 3.9	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.868 m η = 13.8	η < 0.1	η = 0.5	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.5	CUMPLE η = 13.8	
N5/N14	x: 2.867 m η = 3.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.478 m η = 1.3	x: 2.868 m η = 3.4	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.5	x: 0.088 m η < 0.1	η < 0.1	x: 2.868 m η = 7.0	η < 0.1	η = 0.4	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.5	CUMPLE η = 7.0	
N15/N16	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 2.6	x: 1.453 m η = 4.0	x: 1.453 m η = 1.2	x: 1.453 m η = 0.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 6.7	η < 0.1	η = 0.5	x: 1.453 m η = 0.5	η = 0.1	CUMPLE η = 6.7	
N17/N18	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 4.6	x: 1.453 m η = 4.1	x: 1.453 m η = 2.0	x: 1.453 m η = 0.6	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 8.9	η < 0.1	η = 0.9	x: 1.453 m η = 0.6	η = 0.2	CUMPLE η = 8.9	
N19/N20	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 6.7	x: 1.453 m η = 3.5	x: 1.453 m η = 2.8	x: 1.453 m η = 0.5	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 10.9	η < 0.1	η = 1.2	x: 1.453 m η = 0.5	η = 0.4	CUMPLE η = 10.9	
N21/N22	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 8.6	x: 1.453 m η = 8.6	x: 1.453 m η = 5.0	x: 1.453 m η = 0.5	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 19.2	η < 0.1	η = 1.5	x: 1.453 m η = 0.5	η = 0.6	CUMPLE η = 19.2	
N21/N4	x: 2.826 m η = 30.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.827 m η = 4.1	x: 0.047 m η = 3.7	x: 2.827 m η = 0.5	x: 0.047 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.827 m η = 34.7	η < 0.1	η = 1.9	x: 2.827 m η = 0.5	x: 0.047 m η = 0.5	CUMPLE η = 34.7	
N19/N22	x: 2.867 m η = 24.8	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.868 m η = 1.4	x: 2.868 m η = 4.5	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.868 m η = 27.6	η < 0.1	η = 1.9	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.5	CUMPLE η = 27.6	
N17/N20	x: 2.867 m η = 17.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.868 m η = 1.3	x: 2.868 m η = 4.2	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.868 m η = 20.0	η < 0.1	η = 1.1	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.5	CUMPLE η = 20.0	
N15/N18	x: 2.867 m η = 10.5	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.458 m η = 1.3	x: 2.868 m η = 3.9	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.868 m η = 13.8	η < 0.1	η = 0.5	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.5	CUMPLE η = 13.8	

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N5/N16	x: 2.867 m η = 3.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.478 m η = 1.3	x: 2.868 m η = 3.4	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.5	x: 0.088 m η < 0.1	η < 0.1	x: 2.868 m η = 7.0	η < 0.1	η = 0.4	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.5	CUMPLE η = 7.0
N23/N1	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 6.2	x: 0 m η = 30.6	x: 0 m η = 12.8	x: 0 m η = 3.4	x: 0 m η = 1.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 38.7	η < 0.1	η = 0.6	x: 0 m η = 3.4	x: 0 m η = 1.6	CUMPLE η = 38.7
N24/N2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 6.2	x: 0 m η = 30.6	x: 0 m η = 12.8	x: 0 m η = 3.4	x: 0 m η = 1.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 38.7	η < 0.1	η = 0.6	x: 0 m η = 3.4	x: 0 m η = 1.6	CUMPLE η = 38.7
N25/N26	η = 0.2	η = 0.3	x: 2.46 m η = 7.2	x: 0.075 m η = 2.6	x: 2.46 m η = 1.0	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.46 m η = 7.5	η < 0.1	η = 5.8	x: 2.46 m η = 1.1	η = 0.2	CUMPLE η = 7.5
N26/N27	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 1.9	x: 2.46 m η = 22.3	x: 2.46 m η = 2.6	x: 0.203 m η = 2.5	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.46 m η = 24.3	η < 0.1	η = 7.3	x: 0.203 m η = 2.5	η = 0.3	CUMPLE η = 24.3
N27/N74	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 8.7	x: 1.175 m η = 61.9	x: 1.175 m η = 6.6	x: 1.175 m η = 15.9	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.175 m η = 71.6	η < 0.1	η = 9.0	x: 1.175 m η = 15.9	η = 0.8	CUMPLE η = 71.6
N74/N28	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 8.6	x: 0.075 m η = 56.9	x: 0.075 m η = 5.9	x: 0.075 m η = 12.9	η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 66.2	η < 0.1	η = 3.6	x: 0.075 m η = 13.0	η = 0.8	CUMPLE η = 66.2
N28/N29	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 13.2	x: 0.203 m η = 20.7	x: 2.46 m η = 2.7	x: 2.46 m η = 2.4	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.203 m η = 35.3	η < 0.1	η = 1.8	x: 2.46 m η = 2.4	η = 0.2	CUMPLE η = 35.3
N29/N30	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 12.6	x: 2.297 m η = 7.5	x: 2.297 m η = 2.9	x: 2.297 m η = 0.8	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.297 m η = 18.8	η < 0.1	η = 0.5	x: 2.297 m η = 0.8	η = 0.3	CUMPLE η = 18.8
N30/N31	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 12.6	x: 0.203 m η = 7.5	x: 0.203 m η = 2.9	x: 0.203 m η = 0.8	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.203 m η = 18.8	η < 0.1	η = 0.5	x: 0.203 m η = 0.8	η = 0.3	CUMPLE η = 18.8
N31/N32	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 13.2	x: 2.297 m η = 20.7	x: 0.04 m η = 2.7	x: 0.04 m η = 2.4	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.297 m η = 35.3	η < 0.1	η = 1.8	x: 0.04 m η = 2.4	η = 0.2	CUMPLE η = 35.3
N32/N76	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 8.6	x: 1.175 m η = 56.9	x: 1.175 m η = 5.9	x: 1.175 m η = 12.9	η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.175 m η = 66.2	η < 0.1	η = 3.6	x: 1.175 m η = 13.0	η = 0.8	CUMPLE η = 66.2
N76/N33	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 8.7	x: 0.075 m η = 61.9	x: 0.075 m η = 6.6	x: 0.075 m η = 15.9	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 71.6	η < 0.1	η = 9.0	x: 0.075 m η = 15.9	η = 0.8	CUMPLE η = 71.6
N33/N34	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 1.9	x: 0.04 m η = 22.3	x: 0.04 m η = 2.6	x: 2.297 m η = 2.5	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.04 m η = 24.3	η < 0.1	η = 7.3	x: 2.297 m η = 2.5	η = 0.3	CUMPLE η = 24.3
N34/N35	η = 0.2	η = 0.3	x: 0.04 m η = 7.2	x: 2.425 m η = 2.6	x: 0.04 m η = 1.0	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.04 m η = 7.5	η < 0.1	η = 5.8	x: 0.04 m η = 1.1	η = 0.2	CUMPLE η = 7.5
N35/N36	x: 1.452 m η = 0.1	x: 0 m η = 0.1	x: 1.453 m η = 6.1	x: 0.727 m η = 2.8	η = 0.1	x: 0 m η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 8.0	η < 0.1	η = 3.2	η = 0.1	x: 0 m η = 0.7	CUMPLE η = 8.0
N46/N45	η = 1.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.297 m η = 9.0	x: 0.075 m η = 4.5	x: 2.297 m η = 2.9	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.297 m η = 10.6	η < 0.1	η = 2.1	x: 2.297 m η = 3.0	η = 0.6	CUMPLE η = 10.6
N45/N44	η = 7.6	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.297 m η = 10.1	x: 0.075 m η = 2.8	x: 2.297 m η = 3.0	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.297 m η = 18.1	η < 0.1	η = 2.3	x: 2.297 m η = 3.0	η = 0.4	CUMPLE η = 18.1
N44/N43	η = 10.0	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.297 m η = 6.6	x: 2.297 m η = 2.5	x: 2.297 m η = 2.3	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.297 m η = 16.9	η < 0.1	η = 1.5	x: 2.297 m η = 2.3	η = 0.4	CUMPLE η = 16.9
N43/N42	η = 9.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.075 m η = 9.0	x: 2.297 m η = 2.7	x: 0.075 m η = 2.5	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 18.6	η < 0.1	η = 1.1	x: 0.075 m η = 2.6	η = 0.4	CUMPLE η = 18.6
N42/N41	η = 12.9	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.425 m η = 13.1	x: 2.425 m η = 2.0	x: 2.425 m η = 3.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 26.1	η < 0.1	η = 3.0	x: 2.425 m η = 3.3	η = 0.2	CUMPLE η = 26.1
N41/N40	η = 12.9	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.075 m η = 13.1	x: 0.075 m η = 2.0	x: 0.075 m η = 3.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 26.1	η < 0.1	η = 3.0	x: 0.075 m η = 3.3	η = 0.2	CUMPLE η = 26.1
N40/N39	η = 9.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.425 m η = 9.0	x: 0.203 m η = 2.7	x: 2.425 m η = 2.5	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 18.6	η < 0.1	η = 1.1	x: 2.425 m η = 2.6	η = 0.4	CUMPLE η = 18.6
N39/N38	η = 10.0	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.203 m η = 6.6	x: 0.203 m η = 2.5	x: 0.203 m η = 2.3	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.203 m η = 16.9	η < 0.1	η = 1.5	x: 0.203 m η = 2.3	η = 0.4	CUMPLE η = 16.9
N38/N37	η = 7.6	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.203 m η = 10.1	x: 2.425 m η = 2.8	x: 0.203 m η = 3.0	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.203 m η = 18.1	η < 0.1	η = 2.3	x: 0.203 m η = 3.0	η = 0.4	CUMPLE η = 18.1
N37/N36	η = 1.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.203 m η = 9.0	x: 2.425 m η = 4.5	x: 0.203 m η = 2.9	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.203 m η = 10.6	η < 0.1	η = 2.1	x: 0.203 m η = 3.0	η = 0.6	CUMPLE η = 10.6
N25/N46	x: 1.452 m η = 0.1	x: 0 m η = 0.1	x: 1.453 m η = 6.1	x: 0.727 m η = 2.8	η = 0.1	x: 0 m η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 8.0	η < 0.1	η = 3.2	η = 0.1	x: 0 m η = 0.7	CUMPLE η = 8.0
N30/N41	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 3.3	x: 1.5 m η = 28.1	x: 0.047 m η = 4.3	η = 1.2	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.5 m η = 30.8	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.1	η = 0.6	CUMPLE η = 30.8
N33/N38	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 1.9	x: 1.453 m η = 11.2	x: 0.047 m η = 16.4	η = 0.5	η = 1.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 20.5	η < 0.1	η = 1.2	η = 0.5	η = 1.6	CUMPLE η = 20.5
N34/N37	x: 1.452 m η = 2.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.453 m η = 6.0	x: 0.047 m η = 2.0	η = 0.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 9.1	η < 0.1	η = 1.4	η = 0.3	η = 0.2	CUMPLE η = 9.1
N32/N39	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 4.9	x: 1.453 m η = 13.2	x: 0.047 m η = 11.5	η = 0.6	η = 1.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 20.8	η < 0.1	η = 0.2	η = 0.6	η = 1.1	CUMPLE η = 20.8
N31/N40	x: 1.452 m η = 0.7	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.453 m η = 12.9	x: 0.047 m η = 4.1	η = 0.7	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 15.1	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.7	η = 0.4	CUMPLE η = 15.1
N34/N36	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 14.8	x: 0.047 m η = 4.2	x: 0.047 m η = 5.0	η = 0.5	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.047 m η = 22.4	η < 0.1	η = 2.0	x: 0.047 m η = 0.5	η = 0.2	CUMPLE η = 22.4
N33/N37	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 37.7	x: 0.047 m η = 5.8	x: 0.047 m η = 3.0	x: 2.868 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.047 m η = 45.3	η < 0.1	η = 2.4	x: 2.868 m η = 0.5	η < 0.1	CUMPLE η = 45.3
N32/N38	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 21.0	x: 0.047 m η = 11.4	x: 2.868 m η = 5.7	x: 0.047 m η = 0.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.047 m η = 34.5	η < 0.1	η = 4.4	x: 0.047 m η = 0.8	η = 0.2	CUMPLE η = 34.5
N31/N39	x: 2.867 m η = 3.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.868 m η = 4.5	x: 2.868 m η = 5.1	x: 2.868 m η = 0.5	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.868 m η = 11.1	η < 0.1	η = 3.9	x: 2.868 m η = 0.5	η = 0.2	CUMPLE η = 11.1
N30/N40	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.088 m η = 38.0	x: 0.088 m η = 4.3	x: 2.868 m η = 5.8	x: 0.088 m η = 0.5	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.088 m η = 42.8	η < 0.1	η = 3.9	x: 0.088 m η = 0.5	η = 0.2	CUMPLE η = 42.8
N29/N42	x: 1.452 m η = 0.7	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.453 m η = 12.9	x: 0.047 m η = 4.1	η = 0.7	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 15.1	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.7	η = 0.4	CUMPLE η = 15.1
N28/N43	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 4.9	x: 1.453 m η = 13.2	x: 0.047 m η = 11.5	η = 0.6	η = 1.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 20.8	η < 0.1	η = 0.2	η = 0.6	η = 1.1	CUMPLE η = 20.8
N27/N44	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 1.9	x: 1.453 m η = 11.2	x: 0.047 m η = 16.4	η = 0.5	η = 1.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 20.5	η < 0.1	η = 1.2	η = 0.5	η = 1.6	CUMPLE η = 20.5

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y		
N26/N45	x: 1.452 m η = 2.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.453 m η = 6.0	x: 0.047 m η = 2.0	η = 0.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 9.1	η < 0.1	η = 1.4	η = 0.3	η = 0.2	CUMPLE η = 9.1	
N26/N46	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 14.8	x: 0.047 m η = 4.2	x: 0.047 m η = 5.0	x: 0.047 m η = 0.5	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.047 m η = 22.4	η < 0.1	η = 2.0	x: 0.047 m η = 0.5	η = 0.2	CUMPLE η = 22.4	
N27/N45	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 37.7	x: 0.047 m η = 5.8	x: 0.047 m η = 3.0	x: 2.868 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.047 m η = 45.3	η < 0.1	η = 2.4	x: 2.868 m η = 0.5	η < 0.1	CUMPLE η = 45.3	
N28/N44	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 21.0	x: 0.047 m η = 11.4	x: 2.868 m η = 5.7	x: 0.047 m η = 0.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.047 m η = 34.5	η < 0.1	η = 4.4	x: 0.047 m η = 0.8	η = 0.2	CUMPLE η = 34.5	
N29/N43	x: 2.867 m η = 3.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.868 m η = 4.5	x: 2.868 m η = 5.1	x: 2.868 m η = 0.5	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.868 m η = 11.1	η < 0.1	η = 3.9	x: 2.868 m η = 0.5	η = 0.2	CUMPLE η = 11.1	
N30/N42	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.088 m η = 38.0	x: 0.088 m η = 4.3	x: 2.868 m η = 5.8	x: 0.088 m η = 0.5	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.088 m η = 42.8	η < 0.1	η = 3.9	x: 0.088 m η = 0.5	η = 0.2	CUMPLE η = 42.8	
N47/N30	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 21.9	x: 0 m η = 35.4	x: 0 m η = 13.6	η = 2.0	η = 1.0	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 58.7	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.1	η = 1.0	CUMPLE η = 58.7	
N48/N49	η = 0.6	η = 0.6	x: 0.075 m η = 8.5	x: 0.075 m η = 3.0	x: 0.075 m η = 1.3	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 9.2	η < 0.1	η = 4.0	x: 0.075 m η = 1.3	η = 0.4	CUMPLE η = 9.2	
N49/N50	η = 3.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.203 m η = 2.3	x: 2.46 m η = 2.7	x: 0.203 m η = 0.7	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.084 m η = 6.9	η < 0.1	η = 2.7	x: 0.203 m η = 0.7	η = 0.1	CUMPLE η = 6.9	
N50/N51	η = 4.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.143 m η = 0.9	x: 0.203 m η = 2.5	x: 2.46 m η = 0.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.955 m η = 6.9	η < 0.1	η = 1.2	x: 2.46 m η = 0.5	η = 0.1	CUMPLE η = 6.9	
N51/N52	η = 3.6	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.332 m η = 1.6	x: 0.203 m η = 2.0	x: 2.46 m η = 0.6	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.391 m η = 6.0	η < 0.1	η = 1.8	x: 2.46 m η = 0.6	η = 0.2	CUMPLE η = 6.0	
N52/N53	η = 1.3	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.297 m η = 10.2	x: 2.297 m η = 7.0	x: 2.297 m η = 1.6	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.297 m η = 14.9	η < 0.1	η = 2.9	x: 2.297 m η = 1.6	η = 0.6	CUMPLE η = 14.9	
N53/N54	η = 1.3	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.203 m η = 10.2	x: 0.203 m η = 7.0	x: 0.203 m η = 1.6	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.203 m η = 14.9	η < 0.1	η = 2.9	x: 0.203 m η = 1.6	η = 0.6	CUMPLE η = 14.9	
N54/N55	η = 3.6	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.169 m η = 1.6	x: 2.297 m η = 2.0	x: 0.04 m η = 0.6	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.109 m η = 6.0	η < 0.1	η = 1.8	x: 0.04 m η = 0.6	η = 0.2	CUMPLE η = 6.0	
N55/N56	η = 4.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.357 m η = 0.9	x: 2.297 m η = 2.5	x: 0.04 m η = 0.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.545 m η = 6.9	η < 0.1	η = 1.2	x: 0.04 m η = 0.5	η = 0.1	CUMPLE η = 6.9	
N56/N57	η = 3.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.297 m η = 2.3	x: 0.04 m η = 2.7	x: 2.297 m η = 0.7	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.416 m η = 6.9	η < 0.1	η = 2.7	x: 2.297 m η = 0.7	η = 0.1	CUMPLE η = 6.9	
N57/N58	η = 0.6	η = 0.6	x: 2.425 m η = 8.5	x: 2.425 m η = 3.0	x: 2.425 m η = 1.3	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 9.2	η < 0.1	η = 4.0	x: 2.425 m η = 1.3	η = 0.4	CUMPLE η = 9.2	
N58/N59	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 3.2	x: 1.453 m η = 26.1	x: 0 m η = 8.9	η = 1.4	η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 30.5	η < 0.1	η = 2.7	η = 1.5	η = 1.4	CUMPLE η = 30.5	
N69/N68	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 4.3	x: 0.075 m η = 7.0	x: 0.075 m η = 4.0	x: 0.075 m η = 1.8	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 12.1	η < 0.1	η = 5.6	x: 0.075 m η = 1.8	η = 0.5	CUMPLE η = 12.1	
N68/N67	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 5.8	x: 0.075 m η = 2.3	x: 2.297 m η = 1.6	x: 0.075 m η = 1.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 8.4	η < 0.1	η = 3.4	x: 0.075 m η = 1.3	η = 0.3	CUMPLE η = 8.4	
N67/N66	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 4.8	x: 2.297 m η = 2.5	x: 0.075 m η = 1.6	x: 2.297 m η = 1.3	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.297 m η = 7.6	η < 0.1	η = 1.7	x: 2.297 m η = 1.3	η = 0.3	CUMPLE η = 7.6	
N66/N65	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 1.3	x: 2.297 m η = 4.0	x: 2.297 m η = 1.5	x: 2.297 m η = 1.6	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.297 m η = 5.3	η < 0.1	η = 1.3	x: 2.297 m η = 1.6	η = 0.2	CUMPLE η = 5.3	
N65/N64	η = 3.5	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.425 m η = 9.1	x: 2.425 m η = 1.7	x: 2.425 m η = 2.1	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 12.6	η < 0.1	η = 2.8	x: 2.425 m η = 2.1	η = 0.1	CUMPLE η = 12.6	
N64/N63	η = 3.5	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.075 m η = 9.1	x: 0.075 m η = 1.7	x: 0.075 m η = 2.1	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 12.6	η < 0.1	η = 2.8	x: 0.075 m η = 2.1	η = 0.1	CUMPLE η = 12.6	
N63/N62	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 1.3	x: 0.203 m η = 4.0	x: 0.203 m η = 1.5	x: 0.203 m η = 1.6	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.203 m η = 5.3	η < 0.1	η = 1.3	x: 0.203 m η = 1.6	η = 0.2	CUMPLE η = 5.3	
N62/N61	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 4.8	x: 0.203 m η = 2.5	x: 2.425 m η = 1.6	x: 0.203 m η = 1.3	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.203 m η = 7.6	η < 0.1	η = 1.7	x: 0.203 m η = 1.3	η = 0.3	CUMPLE η = 7.6	
N61/N60	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 5.8	x: 2.425 m η = 2.3	x: 0.203 m η = 1.6	x: 2.425 m η = 1.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 8.4	η < 0.1	η = 3.4	x: 2.425 m η = 1.3	η = 0.3	CUMPLE η = 8.4	
N60/N59	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η = 4.3	x: 2.425 m η = 7.0	x: 2.425 m η = 4.0	x: 2.425 m η = 1.8	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 12.1	η < 0.1	η = 5.6	x: 2.425 m η = 1.8	η = 0.5	CUMPLE η = 12.1	
N48/N69	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 3.2	x: 1.453 m η = 26.1	x: 0 m η = 8.9	η = 1.4	η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 30.5	η < 0.1	η = 2.7	η = 1.5	η = 1.4	CUMPLE η = 30.5	
N53/N64	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 1.7	x: 0.047 m η = 22.4	x: 0.047 m η = 4.6	x: 1.5 m η = 2.3	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.047 m η = 24.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	η = 0.7	CUMPLE η = 24.0	
N56/N61	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 0.9	x: 1.453 m η = 5.6	x: 1.453 m η = 0.2	x: 1.453 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 6.4	η < 0.1	η = 0.6	x: 1.453 m η = 0.5	η < 0.1	CUMPLE η = 6.4	
N57/N60	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 2.9	x: 1.453 m η = 9.5	x: 0.047 m η = 1.6	η = 0.5	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 13.0	η < 0.1	η = 1.0	η = 0.5	η = 0.2	CUMPLE η = 13.0	
N55/N62	x: 1.452 m η = 1.0	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.453 m η = 5.7	x: 0.047 m η = 0.9	x: 1.453 m η = 0.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 7.2	η < 0.1	η = 0.5	x: 1.453 m η = 0.5	η = 0.1	CUMPLE η = 7.2	
N54/N63	x: 1.452 m η = 2.1	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.453 m η = 8.3	x: 0.047 m η = 3.0	η = 0.5	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 12.6	η < 0.1	η = 0.8	η = 0.5	η = 0.3	CUMPLE η = 12.6	
N57/N59	x: 2.826 m η = 11.3	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.827 m η = 2.9	x: 0.047 m η = 3.0	x: 2.827 m η = 0.4	x: 0.047 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.827 m η = 14.3	η < 0.1	η = 2.0	x: 2.827 m η = 0.4	x: 0.047 m η = 0.5	CUMPLE η = 14.3	
N56/N60	x: 2.867 m η = 4.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.868 m η = 1.3	x: 2.868 m η = 4.1	x: 0.047 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.868 m η = 8.8	η < 0.1	η = 2.4	x: 0.047 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.6	CUMPLE η = 8.8	
N55/N61	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 8.1	x: 0.047 m η = 1.3	x: 2.868 m η = 3.6	x: 0.047 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.868 m η = 11.1	η < 0.1	η = 2.3	x: 0.047 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.6	CUMPLE η = 11.1	
N54/N62	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 28.1	x: 2.868 m η = 1.4	x: 2.868 m η = 3.2	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.868 m η = 30.0	η < 0.1	η = 2.4	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.6	CUMPLE η = 30.0	
N53/N63	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.088 m η = 43.3	x: 0.088 m η = 3.7	x: 2.868 m η = 4.7	x: 0.088 m η = 0.4	x: 2.868 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.088 m η = 47.1	η < 0.1	η = 3.1	x: 0.088 m η = 0.4	x: 2.868 m η = 0.6	CUMPLE η = 47.1	
N52/N65	x: 1.452 m η = 2.1	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.453 m η = 8.3	x: 0.047 m η = 3.0	η = 0.5	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 12.6	η < 0.1	η = 0.8	η = 0.5	η = 0.3	CUMPLE η = 12.6	

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N51/N66	x: 1.452 m η = 1.0	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 1.453 m η = 5.7	x: 0.047 m η = 0.9	x: 1.453 m η = 0.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 7.2	η < 0.1	η = 0.5	x: 1.453 m η = 0.5	η = 0.1	CUMPLE η = 7.2
N50/N67	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 0.9	x: 1.453 m η = 5.6	x: 1.453 m η = 0.2	x: 1.453 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 6.4	η < 0.1	η = 0.6	x: 1.453 m η = 0.5	η < 0.1	CUMPLE η = 6.4
N49/N68	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 2.9	x: 1.453 m η = 9.5	x: 0.047 m η = 1.6	η = 0.5	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.453 m η = 13.0	η < 0.1	η = 1.0	η = 0.5	η = 0.2	CUMPLE η = 13.0
N49/N69	x: 2.826 m η = 11.3	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.827 m η = 2.9	x: 0.047 m η = 3.0	x: 2.827 m η = 0.4	x: 0.047 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.827 m η = 14.3	η < 0.1	η = 2.0	x: 2.827 m η = 0.4	x: 0.047 m η = 0.5	CUMPLE η = 14.3
N50/N68	x: 2.867 m η = 4.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 2.868 m η = 1.3	x: 2.868 m η = 4.1	x: 0.047 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.868 m η = 8.8	η < 0.1	η = 2.4	x: 0.047 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.6	CUMPLE η = 8.8
N51/N67	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 8.1	x: 0.047 m η = 1.3	x: 2.868 m η = 3.6	x: 0.047 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.868 m η = 11.1	η < 0.1	η = 2.3	x: 0.047 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.6	CUMPLE η = 11.1
N52/N66	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.047 m η = 28.1	x: 2.868 m η = 1.4	x: 2.868 m η = 3.2	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.868 m η = 30.0	η < 0.1	η = 2.4	x: 2.868 m η = 0.3	x: 2.868 m η = 0.6	CUMPLE η = 30.0
N53/N65	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.088 m η = 43.3	x: 0.088 m η = 3.7	x: 2.868 m η = 4.7	x: 0.088 m η = 0.4	x: 2.868 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.088 m η = 47.1	η < 0.1	η = 3.1	x: 0.088 m η = 0.4	x: 2.868 m η = 0.6	CUMPLE η = 47.1
N70/N48	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 9.7	x: 0 m η = 54.9	x: 0 m η = 26.2	x: 0 m η = 5.4	x: 0 m η = 3.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 68.4	η < 0.1	η = 1.2	x: 0 m η = 5.4	x: 0 m η = 3.5	CUMPLE η = 68.4
N71/N58	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 9.7	x: 0 m η = 54.9	x: 0 m η = 26.2	x: 0 m η = 5.4	x: 0 m η = 3.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 68.4	η < 0.1	η = 1.2	x: 0 m η = 5.4	x: 0 m η = 3.5	CUMPLE η = 68.4
N72/N53	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 6.7	x: 0 m η = 30.1	x: 0 m η = 5.0	x: 0 m η = 3.4	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 37.2	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	η = 0.4	CUMPLE η = 37.2
N6/N41	η = 0.3	η = 1.0	x: 5.925 m η = 24.8	x: 5.925 m η = 1.5	x: 5.925 m η = 1.9	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 25.0	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 1.5	η = 0.1	CUMPLE η = 25.0
N41/N64	η = 0.6	η = 2.0	x: 0.075 m η = 25.5	x: 0.075 m η = 0.6	x: 0.075 m η = 2.1	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 25.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 1.3	η < 0.1	CUMPLE η = 25.6
N3/N36	η = 0.5	η = 1.9	x: 0.075 m η = 23.0	x: 0.075 m η = 3.5	x: 0.075 m η = 1.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 26.9	η < 0.1	η = 2.4	x: 0.075 m η = 1.9	η = 0.2	CUMPLE η = 26.9
N36/N59	η = 0.4	η = 1.6	x: 5.925 m η = 24.2	x: 5.925 m η = 3.1	x: 5.925 m η = 1.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 24.2	η < 0.1	η = 0.9	x: 5.925 m η = 1.8	η = 0.2	CUMPLE η = 24.2
N46/N69	η = 0.4	η = 1.6	x: 5.925 m η = 22.2	x: 5.925 m η = 3.1	x: 5.925 m η = 1.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 24.2	η < 0.1	η = 0.9	x: 5.925 m η = 1.8	η = 0.2	CUMPLE η = 24.2
N4/N46	η = 0.5	η = 1.9	x: 0.075 m η = 23.0	x: 0.075 m η = 3.5	x: 0.075 m η = 1.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 26.9	η < 0.1	η = 2.4	x: 0.075 m η = 1.9	η = 0.2	CUMPLE η = 26.9
N73/N74	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 23.3	x: 0 m η = 30.7	x: 4.85 m η = 17.4	η = 1.5	η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 57.9	η < 0.1	η = 1.1	η = 1.5	η = 1.2	CUMPLE η = 57.9
N75/N76	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 23.3	x: 0 m η = 30.7	x: 4.85 m η = 17.4	η = 1.5	η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 57.9	η < 0.1	η = 1.1	η = 1.5	η = 1.2	CUMPLE η = 57.9
N22/N45	η = 0.1	η = 0.8	x: 0.075 m η = 7.6	x: 0.075 m η = 4.2	x: 5.925 m η = 1.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 11.5	η < 0.1	η = 3.0	x: 5.925 m η = 1.3	η = 0.3	CUMPLE η = 11.5
N45/N68	η = 0.1	η = 0.7	x: 0.075 m η = 8.1	x: 5.925 m η = 3.6	x: 0.075 m η = 1.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 11.6	η < 0.1	η = 1.2	x: 0.075 m η = 1.3	η = 0.2	CUMPLE η = 11.6
N44/N67	η = 0.1	η = 0.6	x: 0.075 m η = 12.7	x: 0.075 m η = 3.5	x: 0.075 m η = 1.4	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 16.2	η < 0.1	η = 0.9	x: 0.075 m η = 1.5	η = 0.2	CUMPLE η = 16.2
N20/N44	η = 0.2	η = 0.6	x: 5.925 m η = 12.3	x: 5.925 m η = 4.1	x: 5.925 m η = 1.4	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 15.1	η < 0.1	η = 2.5	x: 5.925 m η = 1.4	η = 0.3	CUMPLE η = 15.1
N18/N43	η = 0.2	η = 0.6	x: 5.925 m η = 15.4	x: 0.075 m η = 3.7	x: 5.925 m η = 1.5	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 17.5	η < 0.1	η = 1.9	x: 5.925 m η = 1.5	η = 0.2	CUMPLE η = 17.5
N43/N66	η = 0.2	η = 0.6	x: 0.075 m η = 15.9	x: 5.925 m η = 3.1	x: 0.075 m η = 1.6	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 18.9	η < 0.1	η = 0.6	x: 0.075 m η = 1.6	η = 0.2	CUMPLE η = 18.9
N42/N65	η = 0.1	η = 0.6	x: 0.075 m η = 17.8	x: 5.925 m η = 2.2	x: 0.075 m η = 1.7	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 20.0	η < 0.1	η = 0.1	x: 0.075 m η = 1.7	η = 0.1	CUMPLE η = 20.0
N16/N42	η = 0.2	η = 0.7	x: 5.925 m η = 17.0	x: 0.075 m η = 2.5	x: 5.925 m η = 1.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 17.6	η < 0.1	η = 0.8	x: 5.925 m η = 1.5	η = 0.1	CUMPLE η = 17.6
N14/N40	η = 0.2	η = 0.7	x: 5.925 m η = 17.0	x: 0.075 m η = 2.5	x: 5.925 m η = 1.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 17.6	η < 0.1	η = 0.8	x: 5.925 m η = 1.5	η = 0.1	CUMPLE η = 17.6
N40/N63	η = 0.1	η = 0.6	x: 0.075 m η = 17.8	x: 5.925 m η = 2.2	x: 0.075 m η = 1.7	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 20.0	η < 0.1	η = 0.1	x: 0.075 m η = 1.7	η = 0.1	CUMPLE η = 20.0
N39/N62	η = 0.2	η = 0.6	x: 0.075 m η = 15.9	x: 5.925 m η = 3.1	x: 0.075 m η = 1.6	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 18.9	η < 0.1	η = 0.6	x: 0.075 m η = 1.6	η = 0.2	CUMPLE η = 18.9
N12/N39	η = 0.2	η = 0.6	x: 5.925 m η = 15.4	x: 0.075 m η = 3.7	x: 5.925 m η = 1.5	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 17.5	η < 0.1	η = 1.9	x: 5.925 m η = 1.5	η = 0.2	CUMPLE η = 17.5
N8/N38	η = 0.2	η = 0.6	x: 5.925 m η = 12.3	x: 5.925 m η = 4.1	x: 5.925 m η = 1.4	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.925 m η = 15.1	η < 0.1	η = 2.5	x: 5.925 m η = 1.4	η = 0.3	CUMPLE η = 15.1
N38/N61	η = 0.1	η = 0.6	x: 0.075 m η = 12.7	x: 0.075 m η = 3.5	x: 0.075 m η = 1.4	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 16.2	η < 0.1	η = 0.9	x: 0.075 m η = 1.5	η = 0.2	CUMPLE η = 16.2
N37/N60	η = 0.1	η = 0.7	x: 0.075 m η = 8.1	x: 5.925 m η = 3.6	x: 0.075 m η = 1.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 11.6	η < 0.1	η = 1.2	x: 0.075 m η = 1.3	η = 0.2	CUMPLE η = 11.6
N10/N37	η = 0.1	η = 0.8	x: 0.075 m η = 7.6	x: 0.075 m η = 4.2	x: 5.925 m η = 1.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 11.5	η < 0.1	η = 3.0	x: 5.925 m η = 1.3	η = 0.3	CUMPLE η = 11.5

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO												Estado
	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z	
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _Y : Resistencia a flexión eje Y M _Z : Resistencia a flexión eje Z V _Z : Resistencia a corte Z V _Y : Resistencia a corte Y M _Y V _Z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _Z V _Y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _Y M _Z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _Y M _Z V _Y V _Z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _Z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _Y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede													
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.													

Tabla 27: Comprobaciones E.LU. resumido de todas las barras en situación de incendio (Marquesina). Fuente: CYPE 3D.

4. Poste publicitario

En esta sección se pretende explicar las normativas utilizadas en el cálculo de la estructura y mostrar un resumen de la estructura y la cimentación. Finalmente se expondrá un listado de comprobaciones de una barra cualquiera de la estructura y, finalmente, una tabla resumen de los estados límites últimos (E.L.U.) de toda la estructura. A continuación se muestra una imagen de la estructura del edificio principal de la estación:

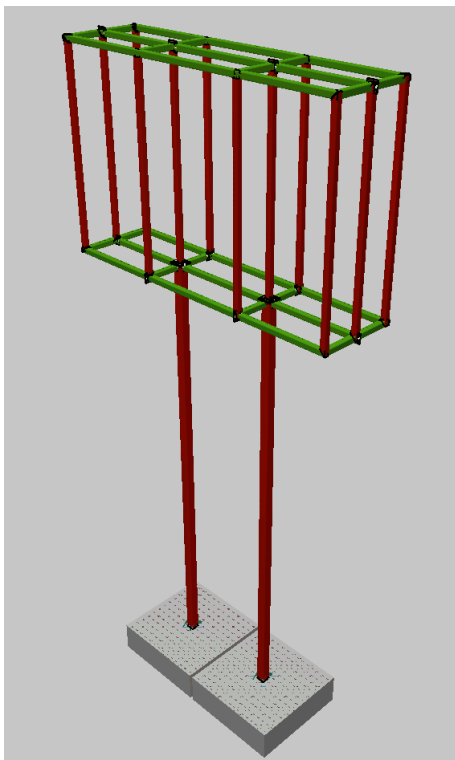


Figura 26: : Estructura y cimentación del poste publicitario. Fuente: Elaboración propia.

4.1 Datos de obra

Teniendo en cuenta las combinaciones de acciones anteriormente mencionadas, se indican a continuación para cada situación y estado límite los coeficientes a utilizar:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-98-CTE

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

*Tabla 28: Coeficientes de seguridad de las cargas para el hormigón (Edificio principal).
Fuente: CYPE 3D.*

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

*Tabla 29: Coeficientes de seguridad de las cargas para el acero laminado (Edificio principal).
Fuente: CYPE 3D.*

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000

*Tabla 30: Coeficientes de seguridad de las cargas en caso de incendio (Edificio principal).
Fuente: CYPE 3D.*

Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

-Resistencia requerida: R 30

-Revestimiento de protección: Pintura intumescente

-Densidad: 0.0 kg/m³

-Conductividad: 0.01 W/(m·K) Calor específico: 0.00 cal/kg·°C

El espesor mínimo necesario de revestimiento para cada barra se indica en la tabla de comprobación de resistencia.

4.2 Estructura

Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	3.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	3.000	0.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	5.500	0.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	-2.500	0.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	3.000	1.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	5.500	1.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	5.500	-1.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	3.000	-1.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	-1.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	-2.500	-1.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	-2.500	1.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	0.000	1.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	-2.500	0.000	17.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	5.500	0.000	17.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	0.000	0.000	17.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	3.000	0.000	17.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N19	5.500	1.000	17.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	-2.500	1.000	17.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	-2.500	-1.000	17.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N22	5.500	-1.000	17.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	0.000	-1.000	17.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	3.000	-1.000	17.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	3.000	1.000	17.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	0.000	1.000	17.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Tabla 31: Nudos presentes en la obra (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.

Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_y</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

Tabla 32: Materiales utilizados en la obra (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.

Características mecánicas de las barras

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	SHS 260x12.5, (SHS)	116.89	51.56	51.56	11490.41	11490.41	19513.73
		2	SHS 150x10.0, (SHS)	52.49	23.33	23.33	1640.07	1640.07	2829.77
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' It: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

Tabla 33: Características mecánicas de las barras de acero S275 (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.

Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
SHS	SHS 260x12.5	0.974	24.000	23.379
	SHS 150x10.0	0.556	124.000	68.955
Total				92.334

Tabla 34: Resumen de la cantidad de superficie a pintar en la obra (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.

Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	SHS	SHS 260x12.5	24.000			0.281			2202.14		
			SHS 150x10.0	124.000			0.651			5108.97		
					148.000			0.931			7311.10	
						148.000			0.931			7311.10

Tabla 35: Resumen de la cantidad de material en barras utilizado en la obra (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D

4.3 Cimentación

Descripción (Elementos de cimentación aislados)

Referencias	Geometría	Armado
N1 y N3	Zapata cuadrada Anchura: 290 cm Canto: 90 cm	Sup X: 13Ø16c/22 Sup Y: 13Ø16c/22 Inf X: 13Ø16c/22 Inf Y: 13Ø16c/22

Tabla 36: Geometría de la cimentación de la obra (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.

Resumen de medición

Elemento	B 400 S, CN (kg)	Hormigón (m³)	
	Ø16	HA-25, Control Estadístico	Limpieza
Referencias: N1 y N3	2x252.78	2x7.57	2x0.84
Totales	505.56	15.14	1.68

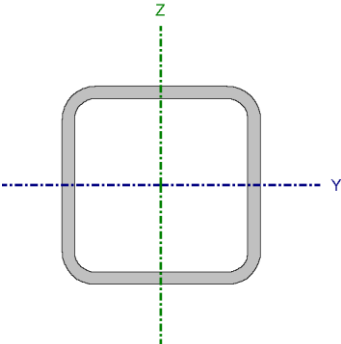
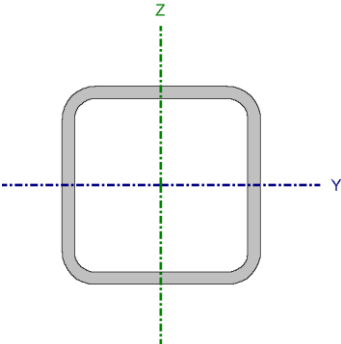
Tabla 37: Resumen de la cantidad de material en la cimentación utilizado en la obra (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.

4.4 Resultados

En primer lugar se mostrarán los resultados de las comprobaciones E.L.U de una sección de una sola viga para corroborar que todas las comprobaciones cumplen y posteriormente, un resumen de todas las barras. En el caso del poste publicitario se tuvo que optar también por un tipo de perfiles distinto (SHS tubulares huecos).

Comprobaciones E.L.U. de una sola barra completo

Barra N23/N24

Perfil: SHS 150x10.0 Material: Acero (S275)								
		Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
		Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
		N23	N24	3.000	52.49	1640.07	1640.07	2829.77
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme								
				Pandeo		Pandeo lateral		
				Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
		β		1.00	1.00	0.00	0.00	
		L _K		3.000	3.000	0.000	0.000	
		C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
		C ₁		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico								
Situación de incendio								
Resistencia requerida: R 30								
Factor de forma: 106.43 m-1								
Temperatura máx. de la barra: 668.0 °C								
Pintura intumescente: 0.2 mm								

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{w0}	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	
N23/N24	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w0} \leq \lambda_{w0,máx}$ Cumple	N _t = 0.2	N _c = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.075 m η = 2.8	η < 0.1	x: 0.075 m η = 0.2	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.075 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.075 m η = 2.9	x: 0.075 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE η = 2.9

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N23/N24	η = 0.3	N _c = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.075 m η = 5.3	η < 0.1	x: 0.075 m η = 0.5	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.075 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.075 m η = 5.6	x: 0.075 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 5.6
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														

Figura 27: Geometría de la barra a estudiar (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.62} \quad \checkmark$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$\underline{A : 52.49 \text{ cm}^2}$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\underline{f_y : 275.00 \text{ MPa}}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\underline{N_{cr} : 3776.94 \text{ kN}}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\underline{N_{cr,y} : 3776.94 \text{ kN}}$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\underline{N_{cr,z} : 3776.94 \text{ kN}}$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\underline{N_{cr,T} : \infty}$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$\underline{I_y : 1640.07 \text{ cm}^4}$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$\underline{I_z : 1640.07 \text{ cm}^4}$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$\underline{I_t : 2829.77 \text{ cm}^4}$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$\underline{I_w : 0.00 \text{ cm}^6}$$

E: Módulo de elasticidad.

$$\underline{E : 210000 \text{ MPa}}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$\underline{G : 81000 \text{ MPa}}$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$\underline{L_{ky} : 3.000 \text{ m}}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$\underline{L_{kz} : 3.000 \text{ m}}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$\underline{L_{kt} : 0.000 \text{ m}}$$

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\underline{i_0 : 7.91 \text{ cm}}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\underline{i_y : 5.59 \text{ cm}}$$

$$\underline{i_z : 5.59 \text{ cm}}$$

y₀ , z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\underline{y_0 : 0.00 \text{ mm}}$$

$$\underline{z_0 : 0.00 \text{ mm}}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente
(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$13.00 \leq 301.61 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{130.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{26.00} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{15.00} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{2.07} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{1374.63} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{52.49} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.028} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.075 m del nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1(2)+0.75·N1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{C,Rd}$ viene dado por:

$$M_{C,Rd} : \underline{70.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{268.12} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2(1).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V2(2)$.

M_{Ed} : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed} : 0.03 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 70.22 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : 268.12 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.002 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.075 m del nudo N23, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 0.78 \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : 393.15 \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 26.00 \text{ cm}^2$$

Siendo:

d : Altura del alma.

$$d : 130.00 \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : 10.00 \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$13.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 13.00

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.78 \text{ kN} \leq 196.57 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.075 m del nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.78 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 393.15 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.029} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.027} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.075 m del nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1(2)+0.75·N1.

Donde:

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{1.54} \quad \text{kN}$$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\mathbf{M_{y,Ed}} : \underline{1.94} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{z,Ed}} : \underline{0.03} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a tracción.

$$\mathbf{N_{pl,Rd}} : \underline{1374.63} \quad \text{kN}$$

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\mathbf{M_{pl,Rd,y}} : \underline{70.22} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{pl,Rd,z}} : \underline{70.22} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

M_{ef,Ed}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{ef,Ed}} : \underline{-1.88} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

σ_{com,Ed}: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{7.02} \quad \text{MPa}$$

W_{y,com}: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$\mathbf{W_{y,com}} : \underline{268.12} \quad \text{cm}^3$$

A: Área de la sección bruta.

$$\mathbf{A} : \underline{52.49} \quad \text{cm}^2$$

M_{b,Rd,y}: Momento flector resistente de cálculo.

$$\mathbf{M_{b,Rd,y}} : \underline{70.22} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.075 m del nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$0.78 \text{ kN} \leq 196.57 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z} :$	<u>0.78</u>	kN
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z} :$	<u>393.15</u>	kN

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V2(1).

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed} :$	<u>1.27</u>	kN
--	--------------	-------------	----

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{442.84} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 52.49 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 84.37 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

f_{y,θ} : 84.37 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

k_{y,θ} : 0.31

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M,θ} : 1.00

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.053 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁺ : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.075 m del nudo N23, para la combinación de acciones PP+0.5·V1(2).

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁻ : 1.19 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

M_{c,Rd} : 22.62 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

W_{pl,y} : 268.12 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 84.37 MPa

Siendo:

f_{y,θ} : 84.37 MPa

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.31

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V2(1).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.01 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V2(2).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.01 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 22.62 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 268.12 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 84.37 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 84.37 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.31

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.005 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.075 m del nudo N23, para la combinación de acciones PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.58 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 126.65 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 26.00 cm²

Siendo:

d : Altura del alma. d : 130.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 10.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 84.37 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta}$: 84.37 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.31

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

13.00 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 13.00

$\lambda_{\max}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{\max}$: 64.71

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.58 \text{ kN} \leq 63.33 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.075 m del nudo N23, para la combinación de acciones PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.58 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 126.65 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

133

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.056} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.051} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{simos} se producen en un punto situado a una distancia de 0.075 m del nudo N23, para la combinación de acciones PP+0.5·V1(2).

Donde:

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo p_{simos}.

$$\mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{1.13} \text{ kN}$$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo p_{simos}, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\mathbf{M_{y,Ed}} : \underline{1.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{z,Ed}} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a tracción.

$$\mathbf{N_{pl,Rd}} : \underline{442.84} \text{ kN}$$

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\mathbf{M_{pl,Rd,y}} : \underline{22.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{pl,Rd,z}} : \underline{22.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

M_{ef,Ed}: Momento flector solicitante de cálculo p_{simos}.

$$\mathbf{M_{ef,Ed}} : \underline{-1.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

σ_{com,Ed}: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\mathbf{\sigma_{com,Ed}} : \underline{4.28} \text{ MPa}$$

W_{y,com}: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$\mathbf{W_{y,com}} : \underline{268.12} \text{ cm}^3$$

A: Área de la sección bruta.

$$\mathbf{A} : \underline{52.49} \text{ cm}^2$$

M_{b,Rd,y}: Momento flector resistente de cálculo.

$$\mathbf{M_{b,Rd,y}} : \underline{22.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo p_{simos} **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{simos} se producen en un punto situado a una distancia de 0.075 m del nudo N23, para la combinación de acciones PP.

$$0.58 \text{ kN} \leq 63.33 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed,z}$: $\frac{0.58}{\quad}$ kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,z}$: $\frac{126.65}{\quad}$ kN

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Comprobaciones E.L.U. (resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{sw}	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _Y V _Z	M _Y V _Y	
N1/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 5.6	x: 0 m η = 90.9	x: 11.85 m η = 1.2	η = 2.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 99.6	η < 0.1	η < 0.1	η = 2.0	η < 0.1	CUMPLE η = 99.6
N3/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 5.6	x: 0 m η = 90.9	x: 11.85 m η = 1.2	η = 2.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 99.6	η < 0.1	η < 0.1	η = 2.0	η < 0.1	CUMPLE η = 99.6
N2/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	η = 0.2	x: 0.13 m η = 1.9	η = 0.1	x: 0.13 m η = 0.2	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.13 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.13 m η = 2.1	x: 0.13 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 2.1
N4/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	η = 0.1	x: 0.13 m η = 7.9	x: 0.13 m η = 3.2	x: 0.13 m η = 1.2	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.13 m η = 10.1	η < 0.1	η = 3.8	x: 0.13 m η = 1.1	η = 0.5	CUMPLE η = 10.1
N6/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	η = 0.1	x: 2.37 m η = 7.9	x: 2.37 m η = 3.2	x: 2.37 m η = 1.2	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.37 m η = 10.1	η < 0.1	η = 3.8	x: 2.37 m η = 1.1	η = 0.5	CUMPLE η = 10.1
N4/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.6	η = 0.7	x: 0.13 m η = 28.0	x: 0.925 m η = 1.9	x: 0.13 m η = 5.2	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.13 m η = 29.4	η < 0.1	η = 1.4	x: 0.13 m η = 5.3	η = 0.7	CUMPLE η = 29.4
N7/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.4	x: 0.075 m η = 7.2	x: 0.075 m η = 2.4	x: 0.075 m η = 1.1	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 9.9	η < 0.1	η = 0.8	x: 0.075 m η = 1.1	η = 0.3	CUMPLE η = 9.9
N5/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.1	x: 0.925 m η = 5.1	x: 0.925 m η = 2.1	x: 0.075 m η = 1.1	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.925 m η = 7.3	η < 0.1	η = 1.5	x: 0.075 m η = 1.2	η = 0.7	CUMPLE η = 7.3
N9/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.1	x: 0.075 m η = 5.1	x: 0.075 m η = 2.1	x: 0.925 m η = 1.1	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 7.3	η < 0.1	η = 1.5	x: 0.925 m η = 1.2	η = 0.7	CUMPLE η = 7.3
N10/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.4	x: 0.075 m η = 7.2	x: 0.075 m η = 2.4	x: 0.075 m η = 1.1	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 9.9	η < 0.1	η = 0.8	x: 0.075 m η = 1.1	η = 0.3	CUMPLE η = 9.9
N11/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.4	η = 0.8	x: 0.075 m η = 2.6	η = 0.3	x: 0.075 m η = 0.2	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.075 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.075 m η = 3.6	x: 0.075 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 3.6
N12/N11	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.4	x: 2.425 m η = 7.2	x: 2.425 m η = 2.4	x: 2.425 m η = 1.1	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 9.9	η < 0.1	η = 0.8	x: 2.425 m η = 1.1	η = 0.3	CUMPLE η = 9.9
N12/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.1	x: 0.075 m η = 5.1	x: 0.075 m η = 2.1	x: 0.925 m η = 1.1	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 7.3	η < 0.1	η = 1.5	x: 0.925 m η = 1.2	η = 0.7	CUMPLE η = 7.3
N6/N13	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.1	x: 0.925 m η = 5.1	x: 0.925 m η = 2.1	x: 0.075 m η = 1.1	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.925 m η = 7.3	η < 0.1	η = 1.5	x: 0.075 m η = 1.2	η = 0.7	CUMPLE η = 7.3
N13/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.4	x: 2.425 m η = 7.2	x: 2.425 m η = 2.4	x: 2.425 m η = 1.1	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 9.9	η < 0.1	η = 0.8	x: 2.425 m η = 1.1	η = 0.3	CUMPLE η = 9.9
N14/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.4	η = 0.8	x: 0.075 m η = 2.6	η = 0.3	x: 0.075 m η = 0.2	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.075 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.075 m η = 3.6	x: 0.075 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 3.6
N11/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.6	η = 0.7	x: 0.87 m η = 28.0	x: 0.075 m η = 1.9	x: 0.87 m η = 5.2	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.87 m η = 29.4	η < 0.1	η = 1.4	x: 0.87 m η = 5.3	η = 0.7	CUMPLE η = 29.4
N2/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.6	η = 0.7	x: 0.13 m η = 28.0	x: 0.925 m η = 1.9	x: 0.13 m η = 5.2	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.13 m η = 29.4	η < 0.1	η = 1.4	x: 0.13 m η = 5.3	η = 0.7	CUMPLE η = 29.4
N6/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	x: 5 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.8	x: 0 m η = 3.0	x: 0 m η = 4.7	η = 0.2	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 7.4	η < 0.1	η < 0.1	η = 0.2	η = 0.3	CUMPLE η = 7.4
N15/N17	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.1	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.425 m η = 5.8	x: 0.075 m η = 0.5	x: 2.425 m η = 1.0	η = 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η < 0.1	x: 2.425 m η = 5.9	η < 0.1	η = 1.3	x: 2.425 m η = 0.9	η = 0.1	CUMPLE η = 5.9
N17/N18	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.075 m η = 2.6	η < 0.1	x: 0.075 m η = 0.2	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.075 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.075 m η = 2.7	x: 0.075 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 2.7
N18/N16	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.1	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.075 m η = 5.8	x: 2.425 m η = 0.5	x: 0.075 m η = 1.0	η = 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η < 0.1	x: 0.075 m η = 5.9	η < 0.1	η = 1.3	x: 0.075 m η = 0.9	η = 0.1	CUMPLE η = 5.9
N5/N16	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	x: 5 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.8	x: 0 m η = 3.0	x: 0 m η = 4.7	η = 0.2	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 7.4	η < 0.1	η < 0.1	η = 0.2	η = 0.3	CUMPLE η = 7.4
N2/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 3.5	x: 0 m η = 14.2	x: 5 m η = 3.2	η = 0.9	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 19.5	η < 0.1	η < 0.1	η = 0.9	η = 0.2	CUMPLE η = 19.5
N4/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 3.5	x: 0 m η = 14.2	x: 5 m η = 3.2	η = 0.9	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 19.5	η < 0.1	η < 0.1	η = 0.9	η = 0.2	CUMPLE η = 19.5
N8/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	x: 5 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.6	x: 0 m η = 5.1	x: 0 m η = 5.0	x: 0 m η = 0.9	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 9.9	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 0.9	η = 0.3	CUMPLE η = 9.9
N20/N26	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.1	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.425 m η = 6.9	x: 2.425 m η = 0.4	x: 2.425 m η = 1.1	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 7.3	η < 0.1	η = 1.9	x: 2.425 m η = 1.1	η = 0.1	CUMPLE η = 7.3
N26/N25	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.075 m η = 2.8	η < 0.1	x: 0.075 m η = 0.2	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.075 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.075 m η = 2.9	x: 0.075 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 2.9
N25/N19	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.1	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.075 m η = 6.9	x: 0.075 m η = 0.4	x: 0.075 m η = 1.1	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 7.3	η < 0.1	η = 1.9	x: 0.075 m η = 1.1	η = 0.1	CUMPLE η = 7.3
N15/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.1	x: 0.925 m η = 2.1	x: 0.925 m η = 0.4	x: 0.075 m η = 0.7	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.925 m η = 2.6	η < 0.1	η = 1.2	x: 0.075 m η = 0.7	η = 0.1	CUMPLE η = 2.6
N21/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.1	x: 0.075 m η = 2.1	x: 0.075 m η = 0.4	x: 0.925 m η = 0.7	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 2.6	η < 0.1	η = 1.2	x: 0.925 m η = 0.7	η = 0.1	CUMPLE η = 2.6
N21/N23	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.1	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.425 m η = 6.9	x: 2.425 m η = 0.4	x: 2.425 m η = 1.1	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 7.3	η < 0.1	η = 1.9	x: 2.425 m η = 1.1	η = 0.1	CUMPLE η = 7.3
N23/N24	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.075 m η = 2.8	η < 0.1	x: 0.075 m η = 0.2	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.075 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.075 m η = 2.9	x: 0.075 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 2.9
N24/N22	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.1	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.075 m η = 6.9	x: 0.075 m η = 0.4	x: 0.075 m η = 1.1	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 7.3	η < 0.1	η = 1.9	x: 0.075 m η = 1.1	η = 0.1	CUMPLE η = 7.3
N22/N16	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.1	x: 0.075 m η = 2.1	x: 0.075 m η = 0.4	x: 0.925 m η = 0.7	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 2.6	η < 0.1	η = 1.2	x: 0.925 m η = 0.7	η = 0.1	CUMPLE η = 2.6
N16/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.1	x: 0.925 m η = 2.1	x: 0.925 m η = 0.4	x: 0.075 m η = 0.7	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.925 m η = 2.6	η < 0.1	η = 1.2	x: 0.075 m η = 0.7	η = 0.1	CUMPLE η = 2.6
N12/N21	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	x: 5 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.6	x: 0 m η = 5.1	x: 0 m η = 5.0	x: 0 m η = 0.9	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 9.9	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 0.9	η = 0.3	CUMPLE η = 9.9
N11/N23	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	x: 5 m η = 0.9	x: 0 m η = 2.0	x: 0 m η = 13.2	x: 5 m η = 3.8	x: 0 m η = 2.0	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 14.8	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 2.0	η = 0.3	CUMPLE η = 14.8
N10/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	x: 5 m η = 0.9	x: 0 m η = 2.0	x: 0 m η = 13.2	x: 5 m η = 3.8	x: 0 m η = 2.0	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 14.8	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 2.0	η = 0.3	CUMPLE η = 14.8
N9/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	x: 5 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.6	x: 0 m η = 5.1	x: 0 m η = 5.0	x: 0 m η = 0.9	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 9.9	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 0.9	η = 0.3	CUMPLE η = 9.9
N7/N25	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	x: 5 m η = 0.9	x: 0 m η = 2.0	x: 0 m η = 13.2	x: 5 m η = 3.8	x: 0 m η = 2.0	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 14.8	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 2.0	η = 0.3	CUMPLE η = 14.8
N10/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,mdx}$ Cumple	η = 0.6	η = 0.7	x: 0.87 m η = 28.0	x: 0.075 m η = 1.9	x: 0.87 m η = 5.2	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.87 m η = 29.4	η < 0.1	η = 1.4	x: 0.87 m η = 5.3	η = 0.7	CUMPLE η = 2

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{wL}	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	
N14/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wL} \leq \lambda_{wL, \max}$ Cumple	x: 5 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 13.2$	x: 5 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta = 2.0$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 14.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.0$	$\eta = 0.3$ CUMPLE $\eta = 14.8$
N23/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wL} \leq \lambda_{wL, \max}$ Cumple	$\eta = 0.4$	$\eta = 0.3$	x: 0.925 m $\eta = 10.9$	x: 0.075 m $\eta = 0.3$	x: 0.925 m $\eta = 4.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.925 m $\eta = 11.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 0.925 m $\eta = 4.2$	$\eta = 0.1$ CUMPLE $\eta = 11.3$
N17/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wL} \leq \lambda_{wL, \max}$ Cumple	$\eta = 0.4$	$\eta = 0.3$	x: 0.075 m $\eta = 10.9$	x: 0.925 m $\eta = 0.3$	x: 0.075 m $\eta = 4.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.075 m $\eta = 11.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 0.075 m $\eta = 4.2$	$\eta = 0.1$ CUMPLE $\eta = 11.3$
N13/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wL} \leq \lambda_{wL, \max}$ Cumple	x: 5 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 5.1$	x: 0 m $\eta = 5.0$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 9.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta = 0.3$ CUMPLE $\eta = 9.9$
N24/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wL} \leq \lambda_{wL, \max}$ Cumple	$\eta = 0.4$	$\eta = 0.3$	x: 0.925 m $\eta = 10.9$	x: 0.075 m $\eta = 0.3$	x: 0.925 m $\eta = 4.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.925 m $\eta = 11.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 0.925 m $\eta = 4.2$	$\eta = 0.1$ CUMPLE $\eta = 11.3$
N18/N25	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wL} \leq \lambda_{wL, \max}$ Cumple	$\eta = 0.4$	$\eta = 0.3$	x: 0.075 m $\eta = 10.9$	x: 0.925 m $\eta = 0.3$	x: 0.075 m $\eta = 4.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.075 m $\eta = 11.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 0.075 m $\eta = 4.2$	$\eta = 0.1$ CUMPLE $\eta = 11.3$
Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_{wL} : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t : Resistencia a tracción N_c : Resistencia a compresión M_y : Resistencia a flexión eje Y M_z : Resistencia a flexión eje Z V_y : Resistencia a corte Y $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t : Resistencia a torsión $M_t V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_y V_z$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x : Distancia al origen de la barra η : Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede															

Tabla 38: Comprobaciones E.LU. resumido de todas las barras a temperatura ambiente (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y		
N1/N2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 10.0	x: 0 m η = 63.4	x: 11.85 m η = 1.5	η = 1.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 78.5	η < 0.1	η < 0.1	η = 1.4	η = 0.1	CUMPLE η = 78.5	
N3/N4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 10.0	x: 0 m η = 63.4	x: 11.85 m η = 1.5	η = 1.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 78.5	η < 0.1	η < 0.1	η = 1.4	η = 0.1	CUMPLE η = 78.5	
N2/N4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	η = 0.4	x: 0.13 m η = 3.7	η = 0.1	x: 0.13 m η = 0.4	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.13 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.13 m η = 4.1	x: 0.13 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 4.1	
N4/N5	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	η = 0.2	x: 0.13 m η = 14.8	x: 0.13 m η = 3.3	x: 0.13 m η = 2.3	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.13 m η = 17.9	η < 0.1	η = 3.9	x: 0.13 m η = 2.3	η = 0.5	CUMPLE η = 17.9	
N6/N2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	η = 0.2	x: 2.37 m η = 14.8	x: 2.37 m η = 3.3	x: 2.37 m η = 2.3	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.37 m η = 17.9	η < 0.1	η = 3.9	x: 2.37 m η = 2.3	η = 0.5	CUMPLE η = 17.9	
N4/N7	η = 0.6	η = 0.8	x: 0.13 m η = 35.6	x: 0.925 m η = 2.0	x: 0.13 m η = 7.3	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.13 m η = 37.0	η < 0.1	η = 1.9	x: 0.13 m η = 7.5	η = 0.7	CUMPLE η = 37.0	
N7/N8	η = 0.1	η = 0.5	x: 0.075 m η = 12.8	x: 0.075 m η = 2.4	x: 0.075 m η = 2.0	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 15.6	η < 0.1	η = 1.3	x: 0.075 m η = 2.1	η = 0.4	CUMPLE η = 15.6	
N5/N8	η = 0.1	η = 0.2	x: 0.925 m η = 5.5	x: 0.925 m η = 2.1	x: 0.075 m η = 1.3	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.925 m η = 7.8	η < 0.1	η = 2.0	x: 0.075 m η = 1.3	η = 0.8	CUMPLE η = 7.8	
N9/N5	η = 0.1	η = 0.2	x: 0.075 m η = 5.5	x: 0.075 m η = 2.1	x: 0.925 m η = 1.3	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 7.8	η < 0.1	η = 2.0	x: 0.925 m η = 1.3	η = 0.8	CUMPLE η = 7.8	
N10/N9	η = 0.1	η = 0.5	x: 0.075 m η = 12.8	x: 0.075 m η = 2.4	x: 0.075 m η = 2.0	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 15.6	η < 0.1	η = 1.3	x: 0.075 m η = 2.1	η = 0.4	CUMPLE η = 15.6	
N11/N10	η = 0.2	η = 1.1	x: 0.075 m η = 5.0	η = 0.3	x: 0.075 m η = 0.5	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.075 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.075 m η = 6.3	x: 0.075 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 6.3	
N12/N11	η = 0.1	η = 0.5	x: 2.425 m η = 12.8	x: 2.425 m η = 2.4	x: 2.425 m η = 2.0	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 15.6	η < 0.1	η = 1.3	x: 2.425 m η = 2.1	η = 0.4	CUMPLE η = 15.6	
N12/N6	η = 0.1	η = 0.2	x: 0.075 m η = 5.5	x: 0.075 m η = 2.1	x: 0.925 m η = 1.3	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 7.8	η < 0.1	η = 2.0	x: 0.925 m η = 1.3	η = 0.8	CUMPLE η = 7.8	
N6/N13	η = 0.1	η = 0.2	x: 0.925 m η = 5.5	x: 0.925 m η = 2.1	x: 0.075 m η = 1.3	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.925 m η = 7.8	η < 0.1	η = 2.0	x: 0.075 m η = 1.3	η = 0.8	CUMPLE η = 7.8	
N13/N14	η = 0.1	η = 0.5	x: 2.425 m η = 12.8	x: 2.425 m η = 2.4	x: 2.425 m η = 2.0	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 15.6	η < 0.1	η = 1.3	x: 2.425 m η = 2.1	η = 0.4	CUMPLE η = 15.6	
N14/N7	η = 0.2	η = 1.1	x: 0.075 m η = 5.0	η = 0.3	x: 0.075 m η = 0.5	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.075 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.075 m η = 6.3	x: 0.075 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 6.3	
N11/N2	η = 0.6	η = 0.8	x: 0.87 m η = 35.6	x: 0.075 m η = 2.0	x: 0.87 m η = 7.3	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.87 m η = 37.0	η < 0.1	η = 1.9	x: 0.87 m η = 7.5	η = 0.7	CUMPLE η = 37.0	
N2/N14	η = 0.6	η = 0.8	x: 0.13 m η = 35.6	x: 0.925 m η = 2.0	x: 0.13 m η = 7.3	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.13 m η = 37.0	η < 0.1	η = 1.9	x: 0.13 m η = 7.5	η = 0.7	CUMPLE η = 37.0	
N6/N15	x: 5 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.5	x: 0 m η = 3.1	x: 0 m η = 8.7	η = 0.2	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 12.1	η < 0.1	η < 0.1	η = 0.2	η = 0.6	CUMPLE η = 12.1	
N15/N17	η = 0.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.425 m η = 11.1	x: 0.075 m η = 0.5	x: 2.425 m η = 1.9	η = 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η < 0.1	x: 2.425 m η = 11.5	η < 0.1	η = 1.3	x: 2.425 m η = 1.9	η = 0.1	CUMPLE η = 11.5	
N17/N18	η = 0.3	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.075 m η = 5.0	η < 0.1	x: 0.075 m η = 0.5	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.075 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.075 m η = 5.3	x: 0.075 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 5.3	
N18/N16	η = 0.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.075 m η = 11.1	x: 2.425 m η = 0.5	x: 0.075 m η = 1.9	η = 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η < 0.1	x: 0.075 m η = 11.5	η < 0.1	η = 1.3	x: 0.075 m η = 1.9	η = 0.1	CUMPLE η = 11.5	
N5/N16	x: 5 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.5	x: 0 m η = 3.1	x: 0 m η = 8.7	η = 0.2	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 12.1	η < 0.1	η < 0.1	η = 0.2	η = 0.6	CUMPLE η = 12.1	
N2/N17	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 8.6	x: 0 m η = 14.7	x: 5 m η = 5.9	η = 0.9	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 27.4	η < 0.1	η < 0.1	η = 0.9	η = 0.4	CUMPLE η = 27.4	

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N4/N18	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 8.6	x: 0 m η = 14.7	x: 5 m η = 5.9	η = 0.9	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 27.4	η < 0.1	η < 0.1	η = 0.9	η = 0.4	CUMPLE η = 27.4
N8/N19	x: 5 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.2	x: 0 m η = 5.6	x: 0 m η = 9.1	x: 0 m η = 0.9	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 13.8	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 0.9	η = 0.6	CUMPLE η = 13.8
N20/N26	η = 0.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.425 m η = 12.1	x: 2.425 m η = 0.4	x: 2.425 m η = 2.0	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 12.6	η < 0.1	η = 2.3	x: 2.425 m η = 2.0	η = 0.1	CUMPLE η = 12.6
N26/N25	η = 0.3	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.075 m η = 5.3	η < 0.1	x: 0.075 m η = 0.5	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.075 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.075 m η = 5.6	x: 0.075 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 5.6
N25/N19	η = 0.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.075 m η = 12.1	x: 0.075 m η = 0.4	x: 0.075 m η = 2.0	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 12.6	η < 0.1	η = 2.3	x: 0.075 m η = 2.0	η = 0.1	CUMPLE η = 12.6
N15/N20	η = 0.2	η = 0.1	x: 0.925 m η = 2.3	x: 0.925 m η = 0.4	x: 0.075 m η = 0.7	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.925 m η = 2.8	η < 0.1	η = 1.4	x: 0.075 m η = 0.8	η = 0.1	CUMPLE η = 2.8
N21/N15	η = 0.2	η = 0.1	x: 0.075 m η = 2.3	x: 0.075 m η = 0.4	x: 0.925 m η = 2.8	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 2.8	η < 0.1	η = 1.4	x: 0.925 m η = 0.8	η = 0.1	CUMPLE η = 2.8
N21/N23	η = 0.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.425 m η = 12.1	x: 2.425 m η = 0.4	x: 2.425 m η = 2.0	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.425 m η = 12.6	η < 0.1	η = 2.3	x: 2.425 m η = 2.0	η = 0.1	CUMPLE η = 12.6
N23/N24	η = 0.3	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.075 m η = 5.3	η < 0.1	x: 0.075 m η = 0.5	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.075 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.075 m η = 5.6	x: 0.075 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 5.6
N24/N22	η = 0.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.075 m η = 12.1	x: 0.075 m η = 0.4	x: 0.075 m η = 2.0	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 12.6	η < 0.1	η = 2.3	x: 0.075 m η = 2.0	η = 0.1	CUMPLE η = 12.6
N22/N16	η = 0.2	η = 0.1	x: 0.075 m η = 2.3	x: 0.075 m η = 0.4	x: 0.925 m η = 0.7	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 2.8	η < 0.1	η = 1.4	x: 0.925 m η = 0.8	η = 0.1	CUMPLE η = 2.8
N16/N19	η = 0.2	η = 0.1	x: 0.925 m η = 2.3	x: 0.925 m η = 0.4	x: 0.075 m η = 0.7	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.925 m η = 2.8	η < 0.1	η = 1.4	x: 0.075 m η = 0.8	η = 0.1	CUMPLE η = 2.8
N12/N21	x: 5 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.2	x: 0 m η = 5.6	x: 0 m η = 9.1	x: 0 m η = 0.9	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 13.8	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 0.9	η = 0.6	CUMPLE η = 13.8
N11/N23	x: 5 m η = 1.0	x: 0 m η = 3.5	x: 0 m η = 15.6	x: 5 m η = 6.9	x: 0 m η = 2.3	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 20.0	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 2.3	η = 0.5	CUMPLE η = 20.0
N10/N24	x: 5 m η = 1.0	x: 0 m η = 3.5	x: 0 m η = 15.6	x: 5 m η = 6.9	x: 0 m η = 2.3	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 20.0	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 2.3	η = 0.5	CUMPLE η = 20.0
N9/N22	x: 5 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.2	x: 0 m η = 5.6	x: 0 m η = 9.1	x: 0 m η = 0.9	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 13.8	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 0.9	η = 0.6	CUMPLE η = 13.8
N7/N25	x: 5 m η = 1.0	x: 0 m η = 3.5	x: 0 m η = 15.6	x: 5 m η = 6.9	x: 0 m η = 2.3	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 20.0	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 2.3	η = 0.5	CUMPLE η = 20.0
N10/N4	η = 0.6	η = 0.8	x: 0.87 m η = 35.6	x: 0.075 m η = 2.0	x: 0.87 m η = 7.3	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.87 m η = 37.0	η < 0.1	η = 1.9	x: 0.87 m η = 7.5	η = 0.7	CUMPLE η = 37.0
N14/N26	x: 5 m η = 1.0	x: 0 m η = 3.5	x: 0 m η = 15.6	x: 5 m η = 6.9	x: 0 m η = 2.3	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 20.0	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 2.3	η = 0.5	CUMPLE η = 20.0
N23/N17	η = 0.4	η = 0.3	x: 0.925 m η = 15.8	x: 0.075 m η = 0.3	x: 0.925 m η = 5.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.925 m η = 16.2	η < 0.1	η = 1.3	x: 0.925 m η = 5.6	η = 0.1	CUMPLE η = 16.2
N17/N26	η = 0.4	η = 0.3	x: 0.075 m η = 15.8	x: 0.925 m η = 0.3	x: 0.075 m η = 5.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 16.2	η < 0.1	η = 1.3	x: 0.075 m η = 5.6	η = 0.1	CUMPLE η = 16.2
N13/N20	x: 5 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.2	x: 0 m η = 5.6	x: 0 m η = 9.1	x: 0 m η = 0.9	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 13.8	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 0.9	η = 0.6	CUMPLE η = 13.8
N24/N18	η = 0.4	η = 0.3	x: 0.925 m η = 15.8	x: 0.075 m η = 0.3	x: 0.925 m η = 5.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.925 m η = 16.2	η < 0.1	η = 1.3	x: 0.925 m η = 5.6	η = 0.1	CUMPLE η = 16.2
N18/N25	η = 0.4	η = 0.3	x: 0.075 m η = 15.8	x: 0.925 m η = 0.3	x: 0.075 m η = 5.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.075 m η = 16.2	η < 0.1	η = 1.3	x: 0.075 m η = 5.6	η = 0.1	CUMPLE η = 16.2
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														

Tabla 39: Comprobaciones E.LU. resumido de todas las barras en situación de incendio (Poste publicitario). Fuente: CYPE 3D.

Madrid, junio de 2023

Fdo. Alejandro Ruiz Gutiérrez

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

Anexo I: Estudio medioambiental

1. Introducción

La instalación de una estación de servicio es un proyecto que requiere una especial consideración del impacto medioambiental que puede llegar a ocasionar. El manejo y almacenamiento de combustibles o el flujo constante de distintos vehículos puede tener efectos en el ambiente local, el agua, el aire y cielo de la zona. Este contexto lleva a la realización de este anexo, con el fin de proporcionar una visión general y evaluar los posibles impactos asociados con la instalación y operación de la estación y proponer distintas medidas de mitigación.

En base a este documento, la empresa que cede el terreno deberá en un futuro realizar el documento de Impacto Ambiental, cumpliendo con la Ley 19300 sobre Bases del Medio Ambiente y el Real Decreto 1302/1986, de 28 de junio, y su posterior modificación por la Ley 6/2001, de 8 de mayo.

El presente proyecto, además de ofrecer repostaje de combustible a sus clientes, contará con una tienda de ultramarinos y sus correspondientes cajas, autolavado y lavado manual, zona de recarga para vehículos eléctricos, zona de parking y zona de aire y agua.

Al comenzar la obra, y tras el allanado del terreno, se realizarán las canalizaciones y cimentaciones y se asfaltarán la mayor parte del mismo. Tras ello, se procederá a la construcción de las diferentes instalaciones, siempre dentro de los límites del solar. De este modo, la obra no supondrá una alteración del tráfico en la zona, a exceptuando el transporte de los materiales y equipos requeridos para el proyecto.

De este modo, se identificarán los distintos impactos teniendo en cuenta los elementos que podrían verse afectados, como por ejemplo, el aire, las aguas cercanas, la vegetación, etc.

2. Localización y entorno

La zona elegida para el proyecto se encuentra en la zona conocida como Ciudad de la Imagen, en el término municipal de Pozuelo de Alarcón, Madrid. El terreno, colindante con la carretera M-511 o Carretera de Boadilla, tiene una extensión aproximada de 5115 m², presenta cierto desnivel (que será debidamente mitigado), carece de edificaciones y tiene una vegetación reducida, compuesta principalmente por pequeños arbustos y rastrojos.

A parte de la anteriormente mencionada carretera, se encuentran a escasos 3 kilómetros la autovía M-40 (al oeste) y la carretera M-502, al este. Gracias a que el terreno se encuentra dentro de la Ciudad de la Imagen, las facilidades para abastecimiento de agua, electricidad y saneamiento son muchas y no se requiere un gran desarrollo de infraestructura.

3. Identificación de problemas ambientales

En cuanto a los posibles contaminantes accidentales en una instalación de este tipo, se pueden dividir en dos categorías.

Por un lado, están los posibles problemas que se puedan originar por problemas en la superficie del terreno. Esto incluye vertidos de hidrocarburos (tanto en el repostaje como en el reabastecimiento del camión cisterna en los tanques) y su posible posterior filtrado afectando a las aguas del subsuelo. También existe la posibilidad de que los distintos vapores generados por los hidrocarburos se acumulen en algunas zonas cercanas al suelo, ocasionando contaminación en el ambiente y aumentando considerablemente el riesgo de ignición.

Por otro lado se encuentran los problemas que se puedan llegar a generar directamente bajo tierra. Por ejemplo, si los tanques que almacenan los distintos productos de la estación no se conservan correctamente o no se aíslan según las normativas, se puede de nuevo dar la situación de filtrado y posterior contaminación del subsuelo de la zona. También es crucial la correcta instalación y el mantenimiento de las distintas redes de tuberías, tanto de transporte de combustible como de saneamiento y recogida de hidrocarburos. Todos estos sistemas deben funcionar de manera correcta para evitar la contaminación de las aguas de la zona con componentes químicos de los hidrocarburos o aguas fecales aún no tratadas (antes de llegar al decantador).

4. Impactos

Paisaje

En primer lugar, es importante indicar que la ubicación del solar no corresponde con la de una zona protegida o reserva natural, de modo que la legislación aplicada es la correspondiente a la cualquier zona urbana. Debido al entorno en el que se encuentra ubicada la estación, y a la presencia actual de gran número de edificios en sus alrededores, su construcción no significa un impacto en el paisaje de la zona. El edificio está diseñado para no impactar por su altura, del mismo modo que la marquesina.

Además, en las distintas zonas verdes que rodean y la que está dentro de la estación, se hará uso de las especies de vegetación ya existentes en la zona, paliando así posibles efectos o impactos en el paisaje de la misma.

Ruido

Siguiendo el Artículo 31 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, a partir de los 80 dB, será obligatorio el uso de tapones o cascos para los trabajadores. Esto será necesario durante la obra e instalación del proyecto (debido al ruido de la maquinaria), pero durante el día a día en la estación no se estiman niveles significativos de ruido, más allá del producido por el tránsito habitual de los distintos vehículos que decidan hacer uso de los servicios de la estación. Por ello no será necesario tomar medidas especiales más allá de las anteriormente durante la fase de construcción del proyecto.

Suelo y residuos sólidos (tóxicos y peligrosos)

El suelo en el que se construirá está considerado seco y árido, lo que implica unos niveles de riesgo por contaminación del mismo muy bajas. Además los índices de permeabilidad se encuentran en niveles considerados como normales.

En cuanto a posible generación de residuos tóxicos en la estación y en consecuencia con la Ley 10/1998, de 21 de abril sobre residuos, todo aquellos generados en la estación (como pueden ser textiles o metales contaminados, plásticos, materiales y productos de limpieza, etc) no serán considerados como tóxicos. De este modo se dispondrán de manera habitual para su recogida por los servicios de recogida de basuras del ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón.

Atmósfera

La principal posible causa de contaminación de la atmósfera debido a las operaciones de la estación es la evaporación de los distintos combustibles, en su mayor parte de las gasolinas

Alejandro Ruiz

(ya que el gasóleo presenta una volatilidad mucho menor). Los momentos más críticos y en los que se da este fenómeno con más frecuencia son la recarga de los tanques subterráneos de combustible y durante la ventilación de los mismos.

Para tratar de minimizar la emisión de este tipo de gases a la atmósfera, la infraestructura de suministro de combustibles de la estación cuenta con una red de recuperación de gases (Fases I y II), como se explica en el apartado 4.2.4 Red de recuperación de gases FASES I y II de la Parte I de este mismo documento.

Además, según lo enunciado en la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico (y derogada según el Real Decreto 100/2011, de 28 de enero), las actividades de repostaje de una estación de servicio no presentan riesgos significativos de contaminación atmosférica, por lo que no se tomarán medidas adicionales en este aspecto. Por otro lado, y de acuerdo con las regulaciones del Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, las emisiones no son consideradas como un riesgo.

Aguas

Las distintas aguas de la estación están divididas en 3 grupos (de menor a mayor grado de contaminación y tratamiento requerido):

- Aguas pluviales: este grupo está formado por todas aquellas aguas recogidas mediante canalizaciones tanto en el edificio principal como en la marquesina. Estas, al no necesitar un tratamiento especializado son enviadas directamente hacia la red de alcantarillado (sin pasar ningún tratamiento) junto con el resto de aguas de la estación.
- Aguas fecales: también conocidas como aguas negras, son las que provienen de los aseos del edificio principal. Su red desemboca en un decantador de sólidos antes de llegar a la tubería que lleva a la red de alcantarillas junto con el resto de aguas de la estación. Gracias a esto, se separan de los residuos sólidos antes de salir del sistema de la estación.
- Aguas hidrocarbурadas: este último grupo es el que requiere un tratamiento más exhaustivo, debido al nivel de contaminación que puede llegar a tener. Estas aguas son recogidas del suelo de la estación mediante un sistema de rejillas y tuberías. Posteriormente, pasan por un decantador que las separa de posibles sólidos que hayan podido arrastrar en su camino hacia las rejillas. Tras ello, se las hace pasar por un separador de hidrocarburos que, mediante un proceso de coalescencia las trata para limpiarlas y separarlas de los posibles restos de hidrocarburos presentes en ellas.

Una vez las distintas redes se juntan tras haber sido tratadas, pasan por un armario de muestras de modo que las autoridades pertinentes puedan examinarlas para medir los indicadores de limpieza y tratado de las mismas. Tras todo este proceso mencionado, las aguas llegan a la red de saneamiento municipal.

Riesgos de incendio y explosión

Como se explica en el apartado 8. Seguridad contra incendios y seguridad de la Parte I de este documento, la estación debe cumplir con ciertos requerimientos, como son la presencia

de extintores, alarmas contra incendio y planes de evacuación. Todos estos elementos están en consonancia con el Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Petrolíferas además de la Instrucción Técnica Complementaria MI-IP 04: “Instalaciones fijas para la distribución al por menor de carburantes y combustibles petrolíferos en instalaciones de venta al público”

Es importante destacar la prioridad del correcto mantenimiento de todos estos sistemas de protección, como pueden ser inspecciones, pruebas o sustituciones de los equipos en caso de necesidad.

5. Acciones de prevención y correctoras

La propia naturaleza del proyecto y el hecho de que en la estación se realice la venta de combustibles para vehículos implica que esta sea calificada como “Actividad peligrosa”. Forma parte por tanto de aquellas presentes en la sección número 3 del Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.

Es por ello que se introducirán distintas medidas, por un lado correctoras (a posteriori y con el objetivo de paliar impactos medioambientales inevitables) y por otro de prevención (que pretenden anticiparse a las causas y prevenir así sus consecuencias). Todas ellas irán en consonancia con lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Petrolíferas MI-IP 04. Las distintas medidas se muestran a continuación, divididas en dos grupos, según el periodo de tiempo correspondiente:

Durante la obra e instalación

- Se vallará el solar, evitando así molestias a la parcela colindante, esparcimiento de desechos fruto de la obra o estorbos en la calle Fernando Rey.
- Como se comenta en el punto 4 de este anexo, el personal encargado de la obra estará obligado a utilizar protectores para el oído, en caso de que se superen los 80 dB. Para poder comprobar los niveles, se realizarán medidas periódicas, comprobando que se respeta en todo momento los niveles establecidos por el organismo municipal.
- Se asegurarán las medidas de 1,5 metros de distancia entre la parte superior de los distintos tanques de combustible y el pavimento y de 0,5 metros entre la pared del foso y la del tanque.
- En todos los tanques se instalarán bocas de carga con cierre estanco preparadas para cierre rápido. Esto minimizará la posibilidad de vertidos indeseados y facilitará la operación de rellenado de los tanques.
- Todos los tanques (además de ser de doble pared) contarán con sistemas de detección de fugas y sensores de nivel (tanto mínimo como máximo).
- El sistema de tuberías de combustible contará con recuperación de vapores en fases I y II, para minimizar las emisiones de los gases generados por los hidrocarburos durante el repostaje y reabastecimiento de combustible.
- Tanto la zona de reabastecimiento de los tanques como la de repostaje para clientes estará rodeada por rejillas que se encargarán de recoger los vertidos de hidrocarburos (gracias a la pendiente del 1% del suelo en estas zonas).
- El pavimento en estas zonas tendrá mayor resistencia a impactos (terreno más rígido), y será impermeable para evitar el filtrado de los anteriormente mencionados hidrocarburos.
- Se instalará un sistema de puesta a tierra de todos los elementos metálicos.

- Los surtidores se protegerán debidamente mediante barreras protectoras que evitarán colisiones directas de vehículos con los mismos.

Durante la operación de la estación

- Todos los tanques serán sometidos a una prueba hidráulica de 2 Kg/cm² de presión para verificar que son estancos.
- Se instalarán distintas papeleras para un correcto tratamiento de los desechos generados durante el día a día, tanto por parte de los clientes como trabajadores de la estación.
- Se harán comprobaciones de los niveles de los tanques mediante los sensores de nivel.
- Se realizarán comprobaciones periódicas de los distintos aparatos de la estación, como pueden ser los surtidores, el túnel de lavado, los dispensadores de aire y agua y por supuesto de los elementos de seguridad como alarmas anti incendio, extintores, etc.
- Se establecerá un horario para el tratamiento de los desechos que se generen en el separador de hidrocarburos, así como revisiones periódicas de este importante elemento de saneamiento.

Además de todo citado, la prohibición de fumar en las instalaciones, apagar el motor y las luces de los vehículos, y no utilizar el teléfono móvil durante el repostaje serán una garantía de la seguridad en la instalación y minimizarán los posibles impactos al ambiente resultado del desarrollo de las operaciones de la estación.

Madrid, junio de 2023

Fdo. Alejandro Ruiz Gutiérrez

Anexo II: Estudio económico

1. Introducción

El objetivo de este segundo anexo es estudiar la viabilidad y rentabilidad del proyecto, teniendo en cuenta distintos aspectos económicos como clientes potenciales, inversión inicial, competencia, ingresos estimados, etc.

Se informará sobre la situación y emplazamiento de la estación para así poder estimar los clientes potenciales, la inversión necesaria y la posible evolución del mercado.

Posteriormente, se pasará a realizar una estimación aproximada de ingresos y gastos (estos últimos estarán más detallados en el presupuesto final).

Por último se llevará a cabo el análisis económico cuantitativo, realizando una cuenta de resultados y balance, para poder finalmente estimar distintos valores importantes en el aspecto financiero como el valor anual neto (VAN) o la tasa de rentabilidad (TIR)

2. Consideraciones generales

2.1 Situación y emplazamiento

La estación de el presente proyecto se encuentra situada en la zona de Pozuelo de Alarcón conocida como “Ciudad de la Imagen”. Se trata de un gran complejo de oficinas y entretenimiento con un enfoque en el mundo audiovisual (de ahí su nombre). Exactamente, el terreno (propiedad de la empresa que encarga el proyecto), se encuentra en el margen al sur de la carretera M-511 o Carretera de Boadilla del Monte. Situado en la calle Fernando Rey, colinda con un hotel Eurostars y otros edificios de oficinas. Además, a escasos 400 metros del emplazamiento, se encuentra un (relativamente) nuevo centro de inspección técnica de vehículos (ITV), lo cual genera mayor afluencia de vehículos a la zona (a parte de la atracción que supone el cine Kinépolis, el centro comercial Carrefour o los distintos restaurantes de la zona).

2.2 Estimación de clientes

En el caso de esta estación de servicio, existen dos tipos de clientes principales:

Por un lado, están los clientes “repostadores” que proporcionarán los ingresos típicos de una estación de servicio durante los próximos años (repostaje de gasolina, compra de artículos en la tienda o compra de comida en la cafetería).

Pero, por otro lado, existen también las distintas empresas de puestos de recarga eléctrica, que proporcionarán ingresos a la estación ya que se habilitará para ellas una zona para que puedan instalar estos puestos de recarga.

Para estimar la cantidad de clientes que repostan diariamente en la estación de servicio debemos referirnos a la intensidad media diaria de vehículos que recibe la carretera principal más cercana a la estación:

Carretera	Ubicación P.K.	Tipo Estación 2021	IMD 2021	%Pesados 2021	Localización de la estación
M-511	2.20	Primaria	26.737	6,95	Entre las intersecciones con M-502 y M-40

Figura 28: IMD de la carretera M-511 en 2021. Fuente: Comunidad de Madrid.

Sin embargo, si se tiene en cuenta la evolución histórica de vehículos y el hecho de que en 2020 y 2021 la movilidad estaba reducida debido a la crisis ocasionada por el COVID-19, se usarán los datos previos al 2020 como referencia, usando el % de vehículos pesados más actual (7%).

Figura 29: Evolución IMD carretera M-511 en los últimos años. Fuente: Comunidad de

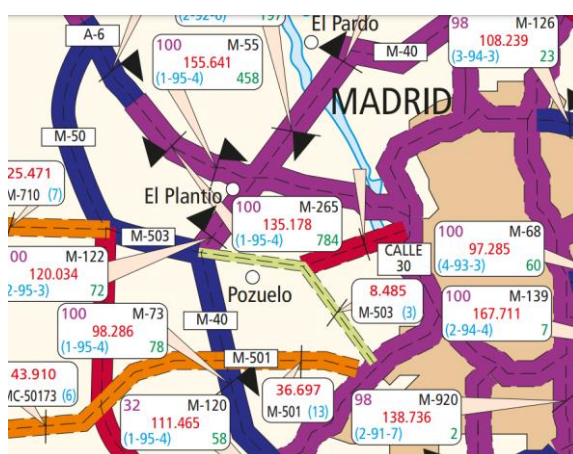


Figura 30: IMD de la zona en 2019. Fuente: Ministerio de Fomento.

	Cientes potenciales	% Paran y repostan	Cientes/día
Ligeros/día	55.800	0,5	279
Pesados/día	4.200	0,02	8
		TOTAL:	287

Tabla 40: Estimación diaria de clientes en la estación. Fuente: Elaboración propia.

2.3 Competencia

Por otro lado, se requiere estudiar también la competencia de la zona. En la siguiente figura se muestran las estaciones de servicio más cercanas y la E.S. Ciudad de la Imagen:



Figura 31: Estaciones de servicio más cercanas a la E.S. ciudad de la imagen. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, en un radio de unos 2,2 km de distancia encontramos un total de 4 estaciones. La más cercana y por tanto, la principal competidora (al estar en el mismo complejo Ciudad de la Imagen) es la del centro comercial Carrefour. Las otras tres se encuentran en una zona más alejada y están más orientadas a abastecer las zonas residenciales de la zona conocida como Somosaguas.

En cuanto a competencia por puestos de recarga eléctrica, no existe ninguna estación con características similares.

2.4 Evolución del mercado

En este caso, dependiendo del cliente la evolución es distinta. Los que van a repostar combustible fósil sabemos que lo harán hasta aproximadamente el año 2050, año en el que se pretende que el sector del transporte sea neutro en carbono.

Por otro lado, teniendo en cuenta los puestos de recarga eléctrica, se espera un aumento progresivo de los mismos, llevando inevitablemente a una transición y reforma de las instalaciones de la estación para poder adaptarse a la demanda de distintos combustibles renovables (ya sean eléctricos, de hidrógeno u otros).

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

3. Ingresos y gastos

A continuación se procederá a estimar los posibles gastos necesarios para la realización del proyecto y los ingresos que se podrían llegar a obtener teniendo en cuenta las distintas líneas de negocio con las que cuenta la estación. Además, gracias a este estudio, el presupuesto final podrá ser realizado de manera más cómoda y partiendo de una base más sólida.

Cabe destacar que se realizarán distintas hipótesis para los siguientes cálculos:

- Se supondrá que la estación abre las 24 horas y los 365 días del año para facilitar los cálculos
- Se supondrá que el terreno no se computa como gasto, dado que es propio de la empresa contratista.
- Se usará el barril Brent como referencia para los precios de los combustibles.

3.1 Estimación de ingresos

Para este apartado se realizará una división en el análisis de los ingresos en función e las distintas líneas de negocio existentes en la estación.

Combustible

En primer lugar debemos saber el precio medio de los últimos años para así poder extrapolarlo y estimarlo a los siguientes.

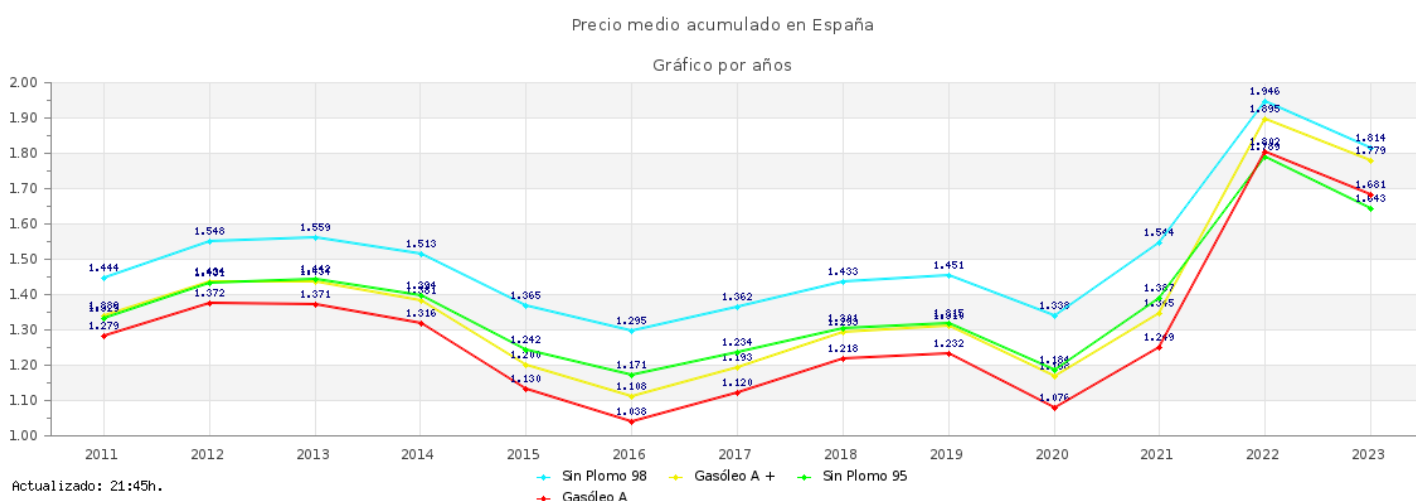


Figura 32: Evolución de los precios de los carburantes en España en los últimos años. Fuente: <https://www.dieselogasolina.com/Estadisticas/Historico>

Como se puede observar, existe una subida fuerte de los precios en 2022 y un ligero descenso en 2023, por lo que podemos esperar que esta tendencia a la baja continúe en los próximos años. Con todo esto se estima un precio medio para cada carburante a continuación:

- Gasóleo A+: 1,36 €/L
- Gasóleo A: 1,28 €/L
- Sin Plomo 98: 1,5 €/L
- Sin Plomo 95: 1,35 €/L

Teniendo estos precios como referencia, y las ventas actuales de combustible, los vehículos ligeros repostan una media de 25 litros mientras que los vehículos pesados lo hacen con una media de unos 90 litros.

Dado que en el apartado 2.2 de este anexo se estimó la cantidad diaria de clientes, se puede hacer ahora un cálculo de la cantidad de litros que se repostarán en un día y un año:

	Clientes/día	Litros/día	Litros/año
Ligeros/día	279	6975	2.545.875
Pesados/día	8	720	262.800
TOTAL:			2.808.675

Tabla 41: Cantidad estimada de litros suministrados por la estación. Fuente: Elaboración propia

Con esto, se puede estimar (desglosando por tipo de combustible y atendiendo a su precio) los ingresos brutos debidos al repostaje en la estación durante un año:

	Porcentaje (%)	Precio	L/año	€/año
Gasóleo A+	10	1,36	280.867,5	381.979,80
Gasóleo A	50	1,28	1.404.337,5	1.797.552
Sin Plomo 98	5	1,5	140.433,75	210.650,63
Sin Plomo 95	35	1,35	983.036,25	1.327.098,94
TOTAL:				3.717.281,37 €

Tabla 42: Ingresos estimados debidos a repostaje según carburante. Fuente: Elaboración propia

Autolavado y lavado manual

Esta línea del negocio destaca por sus altos márgenes de beneficio (entorno al 70%) y sus bajos costes. El precio habitual de un lavado manual es 1 € por 5 minutos de uso, de modo que se usará ese tiempo medio por cada cliente. En cambio, el autolavado es más caro y, teniendo en cuenta que en la estación más cercana (Carrefour) no se ofrece este servicio, se puede establecer un precio de unos 4 € por lavado. Usando estos números podemos hacer una estimación de los lavados diarios y los ingresos que esto supondría:

	Clientes/día	Precio (€)	€/día	€/año
Autolavado	12	4	48	17.520
Lavado Manual	16	1	16	5.840
			TOTAL:	23.360 €

Tabla 43: Ingresos estimados debidos al autolavado y lavado manual. Fuente: Elaboración propia.

Recarga eléctrica

En este caso se instalarán 4 puntos de recarga eléctrica en la estación. La empresa propietaria de los dichos puntos pagará un porcentaje a la estación por poder desplegar sus servicios en el terreno, por lo que no habrá gastos asociados a esta línea de negocio.

Para estimar los ingresos, se supondrá un acuerdo con una empresa que suministre y despliegue sus servicios de recarga en el terreno de la estación, a cambio de un pago mensual de 2000 € a la estación.

Esto supone unos ingresos anuales estimados de 24.000 € gracias a esta línea de negocio.

Tienda

Para simplificar la gestión de esta última modalidad de negocio, la gestión más adecuada es mediante la asociación con una marca externa que ofrezca sus productos y gestione el almacén y ofrezca un porcentaje de sus ventas a la estación. El gasto de personal será lo único que deberá pagar la estación. Para estimar los ingresos de la tienda se puede establecerla siguiente hipótesis. Se supondrá que aproximadamente 1/3 de los clientes que repostan también pasan por la tienda. Además, se supondrá un ticket medio de unos 8€ por cliente. Teniendo en cuenta que los clientes estimados al día son 287:

$$\text{Ingreso anual tienda} = \frac{287}{3} * 8€ * 365 = 279.346,6€$$

Teniendo en cuenta un margen de beneficio factible de un 25%, se pueden establecer unos beneficios estimados de 69.836,6€ para la tienda.

3.2 Estimación de gastos

Combustible

Los gastos anuales por combustible se estiman teniendo en cuenta un margen de beneficio de un 15% (valores típicos para este tipo de ventas en las estaciones de servicio):

	Porcentaje (%)	Gasto	L/año	€/año
Gasóleo A+	10	1,156	280.867,5	324.682,83
Gasóleo A	50	1,088	1.404.337,5	1.527.919,2
Sin Plomo 98	5	1,275	140.433,75	179.053,03

Sin Plomo 95	35	1,1475	983.036,25	1.128.034,097
			TOTAL:	3.159.689,157€

Tabla 44: Gastos estimados debidos a repostaje según carburante. Fuente: Elaboración propia

Autolavado y lavado manual

Teniendo en cuenta los ingresos anteriormente mencionados y el margen habitual en estos negocios (70%), podemos estimar unos gastos anuales de 7.008€.

Tienda

Teniendo en cuenta los ingresos anteriormente mencionados y el margen habitual en estos negocios (25%), podemos estimar unos gastos anuales de 209.509,95€.

Personal

Teniendo en cuenta el tamaño de la gasolinera, 3 empleados son suficientes durante el día (de 8:00 a 23:59). Mientras que, durante la noche (de 00:00 a 8:00) sólo será necesario 1 empleado ya que la tienda estará cerrada.

Esto nos da una media de empleados al día de:

$$\text{Empleados al día} = 2 * \frac{16}{24} + 1 * \frac{8}{24} = 1,67$$

Teniendo en cuenta un salario de unos 15€/hora (incluyendo la seguridad social), esto nos da un total de gastos de personal:

$$\text{Gasto anual personal} = 1,67 * 15 \frac{\text{€}}{\text{hora}} * 24 \text{ horas} * 365 \text{ días} = 219.000\text{€/año}$$

Mantenimiento

Para el correcto mantenimiento y limpieza de la estación se estiman unos gastos de 300 € al mes, lo que conlleva un gasto final de 3600€ anuales.

Agua

Estos gastos son por el uso de los baños y agua de servicio para los vehículos. Los gastos de agua de los lavados ya están incluidos en los márgenes de beneficio de esa línea de negocio y por tanto en los gastos de esta. Para el resto de servicios se estiman unos gastos de unos 2000€ anuales.

Electricidad

Teniendo en cuenta el precio medio actual en España de 0,2€/kWh y un consumo diario de unos 6 kWh, se puede estimar un gasto anual de 10.512€.

A continuación se muestra una tabla resumen con los gastos anuales de la estación (Se consideran el combustible y la tienda gastos variables y el resto fijos):

Gasto	Valor (€)
Combustible	3.159.689,157
Autolavado y lavado manual	7.008
Tienda	209.509,95
Personal	219.000
Mantenimiento	3.600
Agua	2.000
Electricidad	10.512
TOTAL:	3.611.319,107

Tabla 45: Resumen con los gastos anuales de la estación. Fuente: Elaboración propia

4. Cuenta de resultados

En este apartado se realiza una cuenta de resultados suponiendo que la estación ya está operativa en 2023. Posteriormente se estiman futuras cuentas de resultados hasta el año 2027. Se han dividido los gastos en variables y fijos y además se han incluido unos intereses por préstamos para la inversión inicial.

Los costes variables son aquellos asociados al precio del combustible o los de la tienda del edificio. Para el reparto de los costes fijos se ha optado por asociarlos de manera proporcional a los ingresos generados por cada línea de negocio. Se ha procedido de igual manera con los impuestos y los dividendos preferentes. Esto provoca un año inicial de pérdidas en la línea e negocio asociada al lavado, aunque al año siguiente todas las líneas de negocio son rentables.

Los intereses se han estimado en un 4% y los impuestos en un 30%. En cuanto al crecimiento del mercado se estima un valor aproximado del 3% y un incremento de los costes del 2,5% anual.

En la siguiente página se muestra la cuenta de resultados para el año 2023:

Cuenta de resultados	Producto/Servicio	Gasóleo A+												Gasóleo A			Sin Plomo 98			Sin Plomo 95			Lavado			Recarga eléctrica			Tienda		
		Unidades												Precio unit			Coste unit														
En €		2023																													
Periodo																															
Ingresos		4.043.987,97																													
Costes variables		3.369.196,11																													
Margen bruto (gross margin)		674.791,86																													
Costes fijos		242.120,00																													
Margen de explotacion EBITDA		432.671,86																													
Amortizacion		66.594,76																													
Beneficio antes intereses e impuestos BAI EBIT		366.077,10																													
Intereses		39.670,14																													
Beneficio antes de impuestos BAI		326.406,97																													
Impuestos		97.922,09																													
Beneficio neto		228.484,88																													
Dividendos preferentes		40.000,00																													
Beneficio neto a cuenta		188.484,88																													

Gasóleo A+	Gasóleo A	Sin Plomo 98	Sin Plomo 95	Lavado	Recarga eléctrica	Tienda
280.867,50	1.404.337,50	140.433,75	983.036,25	365,00	12,00	12,00
1,36	1,28	1,50	1,35	64,00	2.000,00	23.278,88
1,16	1,09	1,28	1,15			17.458,91
381.979,80	1.797.552,00	210.650,63	1.327.098,94	23.360,00	24.000,00	279.346,56
324.682,83	1.527.919,20	179.053,03	1.128.034,10			209.506,95
57.296,97	269.632,80	31.597,59	199.064,84	23.360,00	24.000,00	69.839,61
20.558,55	96.746,13	11.337,44	71.425,85	8.381,73	8.611,37	25.058,94
36.738,42	172.886,67	20.260,16	127.638,99	14.978,27	15.388,63	44.780,67
9.513,54	9.513,54	9.513,54	9.513,54	9.513,54	9.513,54	9.513,54
27.224,88	163.373,14	10.746,62	118.125,45	5.464,73	5.875,10	35.267,13
5.667,16	5.667,16	5.667,16	5.667,16	5.667,16	5.667,16	5.667,16
21.557,72	157.705,97	5.079,46	112.458,29	202,43	207,93	29.599,97
6.467,32	47.311,80	1.523,84	33.737,49	60,73	62,38	8.879,99
15.090,40	110.394,18	3.555,62	78.720,80	141,70	145,55	20.719,98
2.641,82	19.326,30	622,47	13.781,36	24,81	25,48	3.627,37
12.448,58	91.067,87	2.933,15	64.939,44	116,89	120,07	17.092,61

Figura 33: Cuenta de resultados estimada para 2023. Fuente: Elaboración propia.

Alejandro Ruiz: Cuenta de resultados estimada para 2023. Fuente: Elaboración propia.
Estación de servicio Ciudad de la Imagen

A continuación se pueden ver las estimaciones hasta el año 2027:

Cuenta de resultados					
En €					
Periodo	2023	2024	2025	2026	2027
Ingresos	4.043.987,97	4.165.307,61	4.290.266,84	4.418.974,84	4.551.544,09
Costes variables	3.369.196,11	3.453.426,01	3.539.761,66	3.628.255,70	3.718.962,10
Margen bruto	674.791,86	711.881,60	750.505,17	790.719,14	832.581,99
Costes fijos	242.120,00	248.173,00	254.377,33	260.736,76	267.255,18
Margen de explotacion EBITDA	432.671,86	463.708,60	496.127,85	529.982,38	565.326,81
Amortizacion	66.594,76	66.794,76	66.961,42	67.061,42	67.128,09
Beneficio antes intereses e impuestos BAI EBIT	366.077,10	396.913,84	429.166,43	462.920,96	498.198,72
Intereses	39.670,14	37.110,96	34.707,51	32.435,32	30.299,44
Beneficio antes de impuestos BAI	326.406,97	359.802,88	394.458,92	430.485,64	467.899,29
Impuestos	97.922,09	107.940,86	118.337,68	129.145,69	140.369,79
Beneficio neto	228.484,88	251.862,01	276.121,24	301.339,94	327.529,50
Dividendos preferentes	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00
Beneficio neto a cuenta	188.484,88	211.862,01	236.121,24	261.339,94	287.529,50

Figura 34: Resumen cuentas de resultados desde 2023 hasta 2027. Fuente: Elaboración propia

5. Balance económico

Para la elaboración del mismo se han tenido en cuenta los siguientes parámetros:

La amortización está calculada a 15 años, el cash ratio es de un 35% y los días de cobro y en inventario son 20 y 60 respectivamente.

A continuación se muestran los balances en el mismo lapso de tiempo (2023-2027):

Balance					
En €					
Periodo	2023	2024	2025	2026	2027
Activos Fijos Brutos (gross fixed assets)	998.921,34	1.001.921,34	1.004.421,34	1.005.921,34	1.006.921,34
Amortizacion Acum. (Acum depreciation)	67.234,76	134.029,51	200.990,93	268.052,36	335.180,45
Activos No Corrientes (non-current assets)	931.686,58	867.891,83	803.430,41	737.868,98	671.740,89
Existencias (inventory)	553.840,46	567.686,47	581.878,63	596.425,60	611.336,24
Clientes (receivables)	221.588,38	228.236,03	235.083,11	242.135,61	249.399,68
Efectivo (cash)	175.489,13	177.804,98	180.306,89	182.982,97	185.838,60
Activos corrientes (current assets)	950.917,97	973.727,48	997.268,63	1.021.544,17	1.046.574,51
Activos totales (total assets)	1.882.604,55	1.841.619,31	1.800.699,04	1.759.413,16	1.718.315,40
Accionistas (shareholders)	32.000,00	28.800,00	25.920,00	23.328,00	20.995,20
Beneficio neto a cuenta (retained earnings)	188.484,88	211.862,01	236.121,24	261.339,94	287.529,50
Patrimonio neto (equity)	220.484,88	240.662,01	262.041,24	284.667,94	308.524,70
Pasivo no corriente (non-current liabilities)(deuda largo)	925.636,54	865.922,51	809.841,83	756.824,17	706.986,91
Deuda a corto plazo (noyes payable)	66.116,90	61.851,61	57.845,85	54.058,87	50.499,07
Proveedores (accounts payable)	415.380,34	425.764,85	436.408,97	447.319,20	458.502,18
Acreeedores (accrued accounts)	19.900,27	20.397,78	20.907,73	21.430,42	21.966,18
Pasivo corriente (current liabilities)	501.397,51	508.014,24	515.162,54	522.808,48	530.967,42
Pasivo total (equity y liabilities)	1.647.518,92	1.614.598,76	1.587.045,62	1.564.300,60	1.546.479,03

Figura 35: Balances desde 2023 hasta 2027. Fuente: Elaboración propia

6. Indicadores de rentabilidad del proyecto

En primer lugar se muestran los distintos indicadores de rentabilidad del proyecto, como pueden ser el ROE (Return On Equity) o el ROA (Return on Assets). Para analizar rentabilidades nos fijaremos en el ROA, con porcentajes más que aceptables en los años estudiados en el análisis. Además, el margen de beneficio del proyecto (teniendo en cuenta todas las líneas del negocio) se mantienen siempre por encima del 5%, algo muy positivo y acorde con el sector.

Ratios

Periodo	2023	2024	2025	2026	2027
Liquidez					
Ratio del corriente	1,90	1,92	1,94	1,95	1,97
Prueba del ácido	0,79	0,80	0,81	0,81	0,82
Ratio de efectivo	35,0%	35,0%	35,0%	35,0%	35,0%
Gestion					
Rotacion de existencias	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08
Dias en existencias	60,0 días	60,0 días	60,0 días	60,0 días	60,0 días
Rotacion de clientes	18,25	18,25	18,25	18,25	18,25
Días de cobro	20,0 días	20,0 días	20,0 días	20,0 días	20,0 días
Rotacion de proveedores	8,11	8,11	8,11	8,11	8,11
Dias de pago a proveedores	45,0 días	45,0 días	45,0 días	45,0 días	45,0 días
Rotacion de acreedores	12,17	12,17	12,17	12,17	12,17
Dias de pago a acreedores	30,0 días	30,0 días	30,0 días	30,0 días	30,0 días
Rotacion de activos totales	2,15	2,26	2,38	2,51	2,65
Deuda					
Ratio de apalancamiento	75,8%	74,6%	73,6%	72,7%	72,0%
Ratio de crédito	52,7%	50,4%	48,2%	46,1%	44,1%
Cobertura del interés	9,23	10,70	12,37	14,27	16,44
Ratio de cobertura de Efectivo	10,91	12,50	14,29	16,34	18,66
Multiplicador del PN	8,54	7,65	6,87	6,18	5,57
Rentabilidad					
ROE	103,6%	104,7%	105,4%	105,9%	106,2%
ROA	12,1%	13,7%	15,3%	17,1%	19,1%
Margen de beneficio	5,6%	6,0%	6,4%	6,8%	7,2%
Rotación de activos totales	2,15	2,26	2,38	2,51	2,65
Multiplicador del PN	8,54	7,65	6,87	6,18	5,57

Figura 36: Índices de rentabilidad y viabilidad del proyecto. Fuente: Elaboración propia

A continuación, y para poder realizar el cálculo del Valor actualizado Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Período de Recuperación de la Inversión (TRI), que son indicadores fundamentales para el análisis de viabilidad del proyecto, es necesario indicar los flujos de caja esperados en los siguientes años:

	2023	2024	2025	2026	2027
NOPAT	256.253,97	277.839,69	300.416,50	324.044,67	348.739,11
Amortización	66.594,76	66.794,76	66.961,42	67.061,42	67.128,09
FCO	322.848,73	344.634,44	367.377,92	391.106,09	415.867,20
- CAPEX	(10.024,06)	(3.000,00)	(2.500,00)	(1.500,00)	(1.000,00)
- Incr. NWC	(515.432,35)	(11.927,50)	(12.387,08)	(12.842,62)	(13.311,60)
FCL	(202.607,68)	329.706,94	352.490,84	376.763,47	401.555,60

Figura 37: Flujos de caja esperados desde 2023 hasta 2027. Fuente: Elaboración propia.

Gracias a estos números se puede realizar el cálculo de los indicadores anteriormente mencionados:

- VAN: Este consiste en la actualización de los cobros y flujos de caja para conocer la viabilidad del proyecto. Si este indicador es inferior a 0, el proyecto no debería ejecutarse por definición. En este caso se hace uso de una tasa de descuento del 3% y resulta en:

$$\text{VAN} = 681.801,28 \text{ €}$$

Este número calculado hasta 2027 resulta atractivo y nos indica que el proyecto debería llevarse a cabo.

- TIR: Es simplemente la rentabilidad que resulta de una inversión. Si su resultado supera al porcentaje de la tasa de descuento, el proyecto es rentable. En este caso el resultado es el siguiente:

$$\text{TIR} = 23\%$$

Dado a que se cumple la premisa anteriormente mencionada, el proyecto resulta ser rentable y una buena oportunidad.

- PRI: Este es el tiempo necesario para que la inversión inicial se recupere. En el caso del presente proyecto se obtiene:

$$\text{PRI} = 5,62 \text{ años}$$

Si se tienen en cuenta todos los indicadores de este apartado se puede concluir que el proyecto resultará rentable y una buena oportunidad de inversión para los próximos años.

Madrid, junio de 2023

Fdo. Alejandro Ruiz Gutiérrez

Anexo III: Estudio de seguridad y salud

1. Objeto

El propósito del presente estudio es establecer las directrices y requisitos que aseguren la protección de la salud y la integridad física tanto de los distintos empleados que realicen la obra civil como los que posteriormente lleven a cabo las operaciones diarias en la estación.

Se identificarán en este anexo los posibles riesgos laborales que puedan existir y establecer medidas de seguridad para reducirlos. Estas medidas tendrán un carácter individual y también común. También es importante establecer los programas de capacitación de seguridad que los trabajadores deberán recibir y aclarar las responsabilidades del promotor en términos de seguridad y salud en el lugar de trabajo.

Este documento pretende servir también como referencia para las distintas empresas que alquilen, construyan, suministren o participen en la realización de la obra civil, de modo que se lleve a cabo el Plan de Seguridad y Salud. Este es imprescindible para establecer las condiciones laborales pertinentes y proteger la salud de los empleados.

2. Características y descripción de la obra

El proceso de obra se realizará únicamente en el interior de la parcela del proyecto. Esta está situada en la zona de oficinas y entretenimiento conocida como “Ciudad de la Imagen”, en el término municipal de Pozuelo de Alarcón, Madrid. Exactamente se encuentra al sur de la carretera M-511 y colindante con la calle Fernando Rey (desde donde se accede a la estación). La parcela (que no será completamente edificada) cuenta con un total de 5115,23 m², no existe nada edificado y hay una vegetación muy reducida.

3. Componentes de la obra

Existen distintas unidades constructivas en la obra y por eso este apartado se dividirá teniendo en cuenta los distintos componentes. Para cada uno de ellos se indicarán los riesgos que existen y las normas de seguridad, incluyendo protecciones que deberán ser de carácter individual como común o colectivo para todos los trabajadores en la obra.

3.1 Movimiento de tierras

Esta etapa inicial de la obra consiste en el desbrozado para limpiar el solar de arbustos, rastrojos y demás vegetación que deba ser retirada. A continuación se realizará la disgregación y compactación del terreno para conseguir la homogeneización de la superficie. También se excavarán las distintas zanjas necesarias y se nivelará el terreno hasta conseguir la elevación deseada para el terreno en su conjunto.

Riesgos presentes

- Caídas desde cierta altura
- Atropellos o accidentes relacionados con la maquinaria
- Vuelcos de maquinaria pesada
- Caídas de material u objetos

- Explosiones o incendios
- Aplastamiento en operaciones de descarga de materiales

Normas de seguridad

- La operación de maquinaria estará supervisada por personal diferente al conductor
- Se proveerá a la excavadora de zapatas de anclaje si se encuentra cercana a una pendiente o barrancón provisional.
- El personal no podrá estar en las cerca de las máquinas durante su funcionamiento.
- Se empleará personal distinto al conductor para indicar la salida de los camiones a la vía pública.
- Las debidas señales se colocarán en los alrededores de fosos o agujeros excavados para evitar caídas del personal.
- Se respetará la capacidad de carga del camión al disponer tierras en el mismo.
- No se permitirá la presencia de trabajadores bajo macizos horizontales o en zonas con grandes inclinaciones.
- Se asegurará que las máquinas empleadas están correctamente mantenidas.

Protecciones personales

- Uso de cascos homologados
- Uso de monos de trabajo (o indumentarias preparadas para lluvia si procede)
- Uso de cinturón de seguridad (en caso de tener cabina anti vuelcos)

Protecciones comunes

- Instalación de una barandilla en la parte superior del muro pantalla de 0,9 m con rodapié y resistencia de 150 kg/m
- Los contenedores con sustancias tóxicas o inflamables deberán cerrarse herméticamente
- Se señalizará debidamente el tránsito de las máquinas
- Instalación de un retallo en el borde de rampas para frenar a las máquinas

3.2 Hormigonado y cimentación

La cimentación de las distintas estructuras se llevará a cabo gracias al uso de hormigón armado. Será importante asegurar que el área de trabajo esté protegida por una valla antes de comenzar la cimentación.

Riesgos presentes

- Caídas en las zanjas de cimentación
- Atropellos debidos al uso de maquinaria
- Heridas debidas a objetos con punta o golpes
- Caídas de herramientas
- Afecciones en la piel por el contacto con el hormigón

Normas de seguridad

- Clara indicación de zonas para la disposición de materiales empleados en la cimentación
- Se evitará la bajada de trabajadores a las zanjas gracias a la completa finalización de las armaduras previa a su instalación.

- Se prohibirá el acceso de personal en las proximidades de las máquinas durante el levantamiento de las armaduras o los tubos.
- Se colocarán testigos con flecha para paliar los posibles efectos de las vibraciones.

Protecciones personales

- Uso de cascos homologados
- Uso de monos de trabajo (o indumentarias preparadas para lluvia si procede)
- Uso de guantes homologados de cuero para el manejo del hormigón
- Uso de botas de goma
- Uso de gafas anti proyecciones

Protecciones comunes

- Indicación de las zonas de trabajo de las máquinas
- Organización del tránsito de maquinarias con señales adecuadas
- Colocación de barandillas en los agujeros en el terreno para la cimentación
- Se asegurará que las máquinas empleadas están correctamente mantenidas.

3.3 Estructuras y edificios

Para el hormigonado de las estructuras será necesario el suministro desde una central y este se distribuirá por bombeo y con grúa.

Riesgos presentes

- Caídas desde distintas alturas
- Cortes y golpes en pies o manos (durante el desencofrado)
- Precipitaciones de elementos constructivos suspendidos hacia el suelo
- Contactos eléctricos de manera indirecta

Normas de seguridad

- Se protegerá el acceso a la zona de obra.
- Se instalarán barandillas y rodapiés en los huecos de planta.
- Las distintas herramientas se asegurarán con mosquetones.
- Se colocarán cables de seguridad entre los pilares para asegurar los mosquetones de los cinturones de seguridad.
- No se pisarán las bovedillas gracias a los tabloncillos instalados para el proceso de hormigonado del forjado.
- No podrá haber personal en las zonas cercanas a cargas suspendidas.
- La limpieza y el orden en las zonas de trabajo son fundamentales.

Protecciones personales

- Uso de cascos homologados
- Uso de monos de trabajo (o indumentarias preparadas para lluvia si procede)
- Uso de guantes homologados de cuero para el manejo del hormigón
- Uso de calzado reforzado
- Uso de cinturones de seguridad para mosquetones

Protecciones comunes

- Se situarán barandillas en las zonas superiores de los muros

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

- Se deberán proteger los distintos huecos (verticales y horizontales) con barandillas
- Se instalarán redes de malla rómbica en las distintas fachadas para proteger dos plantas. Se dejarán huecos de 10 x 10 cm (a 10 cm del forjado) separados por 5 m como mucho para poder hacer pasar los mástiles.

3.4 Cerramientos y cubierta

Se colocarán cerramientos con paneles tipo sándwich como se indica en el Capítulo 3 de la Parte I de esta Memoria. Será necesario que el personal que realice estos trabajos esté adecuadamente cualificado para la tarea, pues puede acarrear distintos riesgos.

Riesgos presentes

- Caídas desde distintas alturas
- Hundimiento de elementos en la cubierta
- Electrocución
- Cortes y golpes en manos o pies.
- Quemaduras de distinto grado

Medidas de seguridad

- La zona de trabajo debe estar debidamente señalizada.
- No se realizarán tareas individualmente.
- No se realizarán tareas en cubierta si las condiciones climáticas no lo permiten (lluvias, vientos fuertes, nieves, etc).
- Los materiales de trabajo deberán ser apilados en un lugar específico, lejos del tránsito de la obra.
- La limpieza y el orden en las zonas de trabajo son fundamentales.

Protecciones personales

- Uso de cinturón de seguridad homologado
- Uso de calzado antideslizante
- Uso de casco homologado
- Uso de mono de trabajo adecuado (perneras)
- Uso de gafas de protección anti proyecciones
- Uso de guantes de protección

Protecciones comunes

- Se instalarán distintas protecciones para prevenir caídas de objetos o materiales desde la cubierta
- Se señalará debidamente el perímetro en el momento de trabajos de cerramientos o cubierta
- Se colocará una plataforma de trabajo para las labores en los bordes de los tejados. Esta estará compuesta por una estructura de metal fijada a los huecos externos, creando un voladizo. Además se instalará una barandilla para mayor seguridad

3.5 Albañilería

Habrán distintos trabajos de albañilería en el edificio, algunos de ellos presentando mayor riesgo que otros. Para las comunicaciones verticales entre dos niveles distintos o para ayudar en las tareas de albañilería se hará uso de escaleras de madera. Estas serán de 3 metros de altura como máximo y no se clavarán en el suelo, sino que se anclarán o se usarán apoyos que no deslicen con el suelo.

Riesgos presentes

- Proyección de pequeñas partículas
- Salpicaduras de yeso o pastas en los ojos al colocar ladrillo o pladur
- Afecciones de carácter respiratorio al cortar elementos
- Afecciones en la piel por contactos con pastas o yeso
- Caídas de escaleras
- Golpes y cortes en manos o pies

Medidas de seguridad

- Los materiales de trabajo deberán ser apilados en un lugar específico, lejos del tránsito de la obra.
- La limpieza y el orden en las zonas de trabajo son fundamentales.

Protecciones personales

- Uso de casco homologado
- Uso de mono de trabajo adecuado
- Uso de gafas de protección anti proyecciones
- Uso de guantes de protección
- Uso de mascarillas anti polvo
- Uso de dediles reforzados con una capa de malla metálica

Protecciones comunes

- Cooperación y entendimiento entre los distintos trabajadores que realicen tareas simultáneamente

4. Instalación provisional

4.1 Instalación de distribución de hormigón

El transporte del hormigón necesario para las distintas instalaciones de la obra será llevado a cabo mediante hormigoneras debidamente preparadas para esto. Una vez en la zona, se hará uso de un sistema de bombeo para poder distribuirlo hacia donde sea necesario.

Riesgos presentes

- Posibilidad de neumoconiosis debida a la inhalación de polvo del cemento
- Proyección de hormigón repentina
- Roturas de tuberías de bombeo
- Contactos eléctricos

Medidas de seguridad

- Se asegurará que las máquinas de bombeo empleadas están correctamente mantenidas.
- En caso de uso de pequeñas hormigoneras eléctricas, será preciso que esta presente una toma de tierra y protecciones en zonas que puedan ocasionar atrapamientos de extremidades.
- Al finalizar las tareas de bombeo de hormigón será precisa la correcta limpieza de las bombas.

Protecciones personales

- Uso de casco homologado
- Uso de mono de trabajo adecuado
- Uso de gafas de protección anti proyecciones
- Uso de guantes de protección
- Uso de botas de goma

Protecciones comunes

- Se prestará especial atención durante las tareas de transporte y distribución del hormigón de la obra
- Se protegerán y cubrirán debidamente todos los elemento eléctricos

4.2 Instalación contra incendios

Esta es una parte crucial en cualquier obra y el riesgo de que ocurra un fuego en una de estas características es alto. Es por ello que se hará especial hincapié en las medidas anti incendio durante la obra y se realizará una revisión rutinaria para comprobar que los distintos elementos están correctamente mantenidos. Además, las distintas sustancias que sean susceptibles de ser inflamables se identificarán y etiquetarán, para poder almacenarlos de manera separada en un lugar específico para este fin.

Para evitar la rápida propagación de un posible incendio en una etapa temprana se instalarán distintos extintores en todo el perímetro de la obra. Se hará uso de dos extintores de CO2 en la zona de sustancias inflamables, uno de polvo seco en la caseta u oficina de la obra, y otro de CO2 junto al cuadro general eléctrico de protección. En el futuro Plan de Seguridad y Salud se especificarán las características finales de los distintos elemento de extinción de fuego necesarios.

Estos deberán estar correctamente señalizados, así como la prohibición de fumar en las zonas correspondientes. Por último y como medida general, se hará efectuará un aviso de carácter inmediato a los bomberos en caso de incendio, a pesar de su correcta y temprana extinción.

5. Obligaciones del promotor

Es preciso el designio de una persona encargada de coordinar y organizar todos los asuntos relevantes en relación con la seguridad y salud de los trabajadores de la obra (en los casos de colaboración de dos o más empresas en un mismo proyecto). Cabe destacar que este hecho no evitará al promotor su responsabilidad de responder ante cualquier problema que pueda ocurrir durante las obras.

Es por ello que antes de comenzar las obras se avisará a las autoridades que competan en esta materia. Se redactará un escrito conforme a lo explicado en el Anejo III del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre y se explicará la obra de manera explícita y visible.

6. Organización y gestión de seguridad y salud

6.1 Antecedentes

Debido a que el presupuesto del proyecto es superior a los 600.000€, es de obligado cumplimiento lo establecido en el BOE número 256. Esto implica la redacción de este Estudio de Seguridad y Salud. Como se ha comentado anteriormente, uno de los objetivos de este Anexo es establecer las directrices y requisitos que aseguren la protección de la salud y la integridad física tanto de los distintos empleados que realicen la obra civil como los que posteriormente lleven a cabo las operaciones diarias en la estación. Además, este documento pretende servir también como referencia para las distintas empresas que alquilen, construyan, suministren o participen en la realización de la obra civil, de modo que se lleve a cabo el Plan de Seguridad y Salud.

6.2 Emplazamiento y descripción de las obras

Según lo establecido en el Anejo IV del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre los distintos accesos o vías de acceso a la obra (zonas exteriores de paso de maquinaria o trabajadores) deberán cumplir distintos requisitos, que se disponen a continuación:

Estabilidad y solidez

- Es imprescindible que los materiales y maquinarias utilizados durante la obra sean estables durante sus operaciones. En cualquier movimiento que realicen se debe garantizar la seguridad e integridad física de los operarios.
- En caso de acceder a zonas con materiales sin la resistencia o estabilidad apropiada, se hará de manera organizada y con los medios necesarios para garantizar la seguridad de los trabajadores.

Vías de emergencia

- Se garantizará en todo momento la limpieza de este tipo de vías, evitando la presencia de equipos o materiales entorpeciendo el paso. Estas conducirán del modo más eficiente a los perímetros de la obra considerados como seguros.
- Se establecerá un plan adecuado en caso de emergencia para que los trabajadores sepan como actuar del modo más seguro en caso de emergencia.
- La disposición y cantidad de vías de emergencia se establecerá en función del tamaño final y cantidad de trabajadores que trabajen de manera simultánea en la misma.

- Las señales de seguridad que indiquen las distintas vías se instalarán en conformidad al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Las vías de emergencia deberán estar correctamente preparadas con alumbrado de emergencia en caso de fallo en el sistema de iluminación.

Vías de circulación

- El cálculo de las distintas vías de tránsito (incluyendo aquellas con inclinación) se llevará a cabo de tal modo que no entrañe peligro alguno para los trabajadores.
- El tráfico o uso estimado que se vaya a dar a cada una de estas vías debe ser un factor determinante a la hora de la selección de las dimensiones y materiales usados en las mismas.
- Se tendrá también en cuenta cierta distancia de seguridad entre estas vías y las zonas de trabajo de los empleados, para evitar accidentes durante el tránsito de maquinaria o medios de transporte por las mismas.
- Las vías estarán provistas de las señales pertinentes y se asegurará que están mantenidas correctamente durante el tiempo.
- Si se diese la situación de la presencia de zonas de acceso restringido, se asegurará que no se pueda acceder a las mismas por personal no autorizado.

Rampas de carga

- Estas se dimensionarán teniendo siempre en cuenta el uso y las posibles cargas que deberán soportar.
- Se garantizará en todo momento la seguridad de los operarios que trabajen en dichas rampas.

Entorno de trabajo

- El entorno de trabajo de los empleados se dimensionará de tal modo que asegure la libertad y facilidad en sus movimientos y siempre considerando los distintos equipos y maquinarias necesarias para cada operación.

Disposiciones

- Se señalizarán tanto las distintas entradas y salidas de la zona de obra como su perímetro externo, verificándose que estas señales son de fácil identificación
- Los distintos accesos (para carretillas también) serán planos y se mantendrán despejados y limpios. Su anchura mínima será de 60 cm.
- Las zonas de tránsito y el camino que los trabajadores deben seguir para transitar de manera segura por la obra quedarán correctamente señalizados. Esto se realizará de manera distinta a la de las maquinarias o vehículos, manteniendo siempre una distancia de seguridad prudencial.
- Las zonas de excavación estarán provistas de escaleras con peldaños y barandilla y si el desnivel es considerado como suficientemente bajo este se podrá solventar gracias a una plataforma con traviesas y pasamanos.
- Si se diese un caso de emergencia y los operarios tuviesen que evacuar mediante el acceso de los vehículos, se deberá informar antes de su existencia y como se debe actuar. El acceso deberá tener la anchura necesaria y estará provisto de escalones o traviesas además de una barandilla. Por último, la pendiente máxima será del 8% (en caso de tener unas dimensiones superiores a los 10 metros).

7. Identificación de riesgos

Se identificarán en este apartado los distintos riesgos que pueden ser paliados o disminuidos gracias a distintas medidas de seguridad.

Para identificar estos riesgos se hará uso del Anuario de accidentes de Trabajo de 2021 (ATR), del Ministerio de Trabajo y Economía Social. A continuación se muestran los más importantes, ordenados alfabéticamente:

- Accidentes causados por seres vivos
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria
- Atrapamiento de manos por o entre objetos
- Caídas a mismo o distinto nivel
- Caídas de objetos o herramientas
- Caídas de materiales en suspensión
- Choques con objetos (móviles o inmóviles).
- Contactos con sustancias tóxicas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Desplomes de cerramientos o cubiertas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Explosiones
- Golpes por herramientas
- Incendios
- Patologías no traumáticas
- Proyecciones de partículas o pequeños fragmentos
- Sobreesfuerzos físicos

8. Medios de protección y sus condiciones

Para intentar mitigar o paliar los riesgos anteriormente mencionados, se proponen distintos medios de protección, tanto personales como comunes.

Protecciones personales

- Arnéses cinturones de seguridad homologados
- Botas impermeables
- Botas de goma
- Botas con punteras reforzadas
- Cascos homologados de seguridad
- Cascos contra riesgo eléctrico
- Cascos yelmo para soldar
- Chalecos reflectantes
- Cinturones para herramientas
- Fajas de seguridad
- Filtros mascarillas contra polvo
- Filtro pantallas de soldador
- Gafas de protección anti proyecciones
- Guantes homologados de cuero para el manejo del hormigón
- Guantes aislantes (distintos voltajes)
- Guantes de malla
- Mascarillas con filtro químico

- Mascarillas contra el polvo
- Monos de trabajo (o indumentarias preparadas para lluvia si procede)
- Pantallas de seguridad para soldar
- Rodilleras

Protecciones colectivas

- Anclajes para cinturones de seguridad
- Andamios apoyados
- Barandillas para huecos en ventanas o terreno
- Cuerdas auxiliares
- Cuerdas fijadoras
- Escaleras de mano
- Extintores anti incendios
- Iluminación portátil
- Interruptores diferenciales
- Palastro de acero
- Plataforma para izado de cargas
- Redes de malla rómbica
- Teléfono inalámbrico
- Toma de tierra para obra
- Valla perimetral de la obra

Como se ha indicado con anterioridad, también se hará especial hincapié en el uso correcto de la señalización de toda la obra, tanto vial como de seguridad. Toda ella estará correctamente homologada y normalizada, como se encuentra definido en el pliego de condiciones.

Todos estos medios de protección deberán ser revisados con asiduidad para asegurar su correcto funcionamiento y utilidad. En caso de daño o desperfecto en cualquiera de ellos se procederá al recambio inmediato de los mismos. Además, todos ellos deberán estar correctamente homologados o cumpliendo las verificaciones de calidad pertinentes para cada uno. Será muy importante y de obligado cumplimiento el acatamiento de normativas o instrucciones de uso de cada uno de los medios de protección usados en el proyecto.

Finalmente, cabe destacar que las distintas máquinas utilizadas en la obra serán operadas por personal apto y con cualidades necesarias para este tipo de operaciones.

9. Prevención asistencial en caso de accidente laboral

Es vital en una obra de estas características que el promotor garantice el fácil y rápido acceso de los empleados a distintos medios de primeros auxilios así como garantizar la existencia de personal correctamente cualificado para hacer uso de los mismos (según se indica en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre). Además, siguiendo de nuevo las directrices del mencionado Real Decreto, no será necesario un local específico para primeros auxilios, ya que no se prevé la presencia de 50 empleados o más durante los trabajos de la obra. De este modo, se proveerá en la caseta de la obra un botiquín de primeros auxilios completamente equipado, como se indica en el pliego de condiciones. Este dispondrá de algodón, esparadrapos, vendas, apósitos, alcohol, desinfectantes, paracetamol e ibuprofenos, pomadas o guantes desechables entre otros.

10. Información y formación en seguridad y salud

Para que toda la información de este anexo tenga sentido y sirva para lo que pretende, es vital que todos los trabajadores se formen y estén correctamente informados de las buenas prácticas en materia de seguridad y salud así como que sean conocedores de los riesgos que podría implicar no seguir las directrices establecidas en este sentido.

Por ello, y según lo establecido en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre tanto el contratista como los posibles subcontratistas deberán proveer a sus empleados con la adecuada formación de modo que estos puedan disponer de la información suficiente en materia de:

- Riesgos presentes en sus actividades laborales
- Los procedimientos para realizar sus tareas de un modo seguro
- El adecuado uso de las protecciones personales necesarias en cada caso
- El adecuado uso de las protecciones colectivas necesarias en cada caso

Madrid, junio de 2023

Fdo. Alejandro Ruiz Gutiérrez

Anexo IV: Objetivos de desarrollo sostenible: Agenda 2030

1. Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles

Según se indica en la descripción de este objetivo, la mitad de los seres humanos viven en ciudades y casi un 90% de estos respiraban en 2016 un aire con calidades inferiores a las indicadas como “seguras” por la OMS. En particular, dentro de este objetivo se busca contribuir al 11.6, que reza así: “De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo”. El hecho de incluir una zona de recarga eléctrica en la estación buscará reducir las emisiones de los vehículos de combustión intentando impulsar el desarrollo del vehículo eléctrico y reducir la contaminación.

2. Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento

Según se indica en la descripción de este objetivo, aproximadamente un 80% del agua residual acaba vertiéndose sin ningún tipo de tratamiento en mares o ríos, contaminándolos. Además, más de dos tercios de las aguas que se extraen de estos ríos (contaminados en distinta medida), se usan para, por ejemplo, regar las plantaciones y cultivos, lo que puede derivar en unas condiciones insalubres para el consumo humano. En particular se busca la alineación con el punto 6.3 : “De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial”. Al realizar el correcto tratado de las aguas de la estación, se pretende mejorar la calidad de esta y así contribuir a la mejora del saneamiento de la zona. Para ello, tanto las aguas hidrocarburadas como las fecales serán tratadas antes de su vertido a la red municipal. Para poder llevar a cabo este tratado, se hará uso de un sistema de depuración que está formado por un decantador para las aguas fecales y un separador de hidrocarburos para este otro tipo de aguas contaminadas.

Madrid, junio de 2023

Fdo. Alejandro Ruiz Gutiérrez

Anexo V: Bibliografía

1. Libros y normativa de consulta

- Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Instrucción Técnica Complementaria ITC-MI-04
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)

2. Programas empleados

- Sketch-Up: Modelo y vistas 3D de la estación
- AutoCAD: Planos generales de las instalaciones
- Cype 3D: Cálculos estructurales
- Microsoft Word: Redacción de memoria y anexos
- Microsoft Excel: Cálculos económicos y presupuestarios

3. Bibliografía y normativas según apartado

Parte I: Memoria descriptiva:

- Clima Madrid: https://es.wikipedia.org/wiki/Clima_de_Madrid
- Escarificación y compactado de terrenos: <https://www.aragon.es/documents/20127/90019654/Firmado+4.pdf/096da8f1-1214-1cb5-793a-c0de8e377c90?t=1624013879932#:~:text=Consiste%20en%20la%20disgregaci%C3%B3n%20de%20la%20superficie%20del%20terreno%2C%20efectuada,atr%C3%A1s%20de%20un%20camino%20actual.>
- Firmes y pavimentos: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2003-22787>
- Señalización vertical: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2014-3654>
- Señalización horizontal: http://www.carreteros.org/normativa/pg3/ordenes/circulares/292_1986/292_1986.htm
- Normativa aislamiento térmico edificios: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1979-24866>
- Precio suelos microcemento: <https://www.topciment.com/es/noticia/precio-del-microcemento#:~:text=Precio%20del%20microcemento%20en%202022&text=El%20precio%20final%20est%C3%A1%20entre,de%20cada%20fabricante%20y%20aplicador.>
- Lavado manual: <https://www.washtec-uk.com/self-service-car-washes/2-to-8-bay-rack-systems/>
- Autolavado: <https://www.washtec-uk.com/conveyor-tunnel-system/the-variable-car-wash/>
- Instalación de tanques de combustible y tuberías: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2017/BOE-A-2017-9188-consolidado.pdf>

- https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/instalaciones-petroliferas/Documents/GU%C3%8DA%20T%C3%89CNICA%20DE%20APLICACI%C3%93N%20PRACTICA%20DE%20LA%20ITC%20MI-IP%2004%20_Rev%20marzo%202021.pdf
- Tanques Lapesa: https://www.lapesa.es/sites/default/files/catalogo_lfd.pdf
 - Recuperación de gases en FASES I y II: <https://www.greentech.es/emisiones-de-cov-en-gasolineras/>
 - Aparatos surtidores: <https://www.cetil.com/es/e30w>
 - Instalación eléctrica: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-18099>
 - Normas presentes instalación eléctrica: <https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Paginas/reglamento-1973.aspx>
 - Luminarias interiores: <https://www.lampamania.es/panel-led-empotrable-oregan-linx-120-led-50w-230v-4000k-ip40/>
<https://www.lampamania.es/led-panel-empotrable-xelent-led-50w-230v-4000k-ip40/>
 - Luminarias exteriores: <https://www.lampamania.es/ledvance-reflector-led-endura-led-50w-230v-ip65/>
<https://www.lampamania.es/farola-led-samsung-chip-led-100w-230v-4000k-ip65/>
 - Luces de emergencia: <https://www.lampamania.es/fulgur-26200-lampara-led-de-emergencia-safeboy-led-11w-230v-ip65/>
 - Puntos de recarga eléctrica: <https://www.endesax.com/es/es/ciudades/movilidad-electrica/punto-de-carga-publicos>
 - Separador de hidrocarburos: http://www.sietehermanos.com/epages/SieteHermanos.sf/es_ES/?ObjectPath=/S hops/SieteHermanos/Products/CP0453_PA02324
 - Normativa instalación agua y aire comprimido: <https://ingemecanica.com/legisla/objetos/nte/nte-iga.pdf>
 - Modelo de aire y agua: <https://exclusivasjcrespo.es/equipo-armario-pcl-wm3-con-compreser>
 - Normativa general de seguridad e incendios (MI-IP-04): <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2017-9188>

Parte II: Cálculos

- Cálculo de estructuras:

Documento Básico Seguridad Estructural-Acciones de la Edificación (DBSE-AE):
<https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE.pdf>

Anexo I: Estudio ambiental

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo:
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1971-380>
- Mapa permeabilidad del suelo en España:
http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/tematicos/pdfs/Mapa_Permabilidad_200.pdf
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos:
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1998-9478>
- Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico:
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1972-1885>
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas:
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1961-22449>
- Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Petrolíferas:
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1995-2122>

Anexo II: Estudio económico

- IMD para estimación de clientes:
https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/aud/transportes/dossier_20_21_compressed.pdf
<https://apps.fomento.gob.es/CVP/handlers/pdfhandler.ashx?idpub=IC1010>
- Precio de los combustibles:
<https://www.dieselogasolina.com/Estadisticas/Historico>

Anexo III: Estudio de seguridad y salud

- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones de señalización de seguridad y salud en el trabajo: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-8668>
- Anejo III del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre:
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-22614>
- Obligación de redacción del estudio:
<https://www.boe.es/boe/dias/2021/10/26/pdfs/BOE-S-2021-256.pdf>

- Anuario de accidentes de Trabajo de 2021 (ATR) Ministerio de Trabajo y Economía Social:
<https://www.mites.gob.es/ficheros/ministerio/estadisticas/anuarios/2021/ATR/ATR.pdf>

Anexo IV: Objetivos de desarrollo sostenible: Agenda 2030

- Objetivo 6: Agua Limpia y Saneamiento:
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Objetivo 11: Ciudades u Comunidades Sostenibles:
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

Presupuesto

- Generador de precios: <http://www.generadordeprecios.info/>

Madrid, junio de 2023

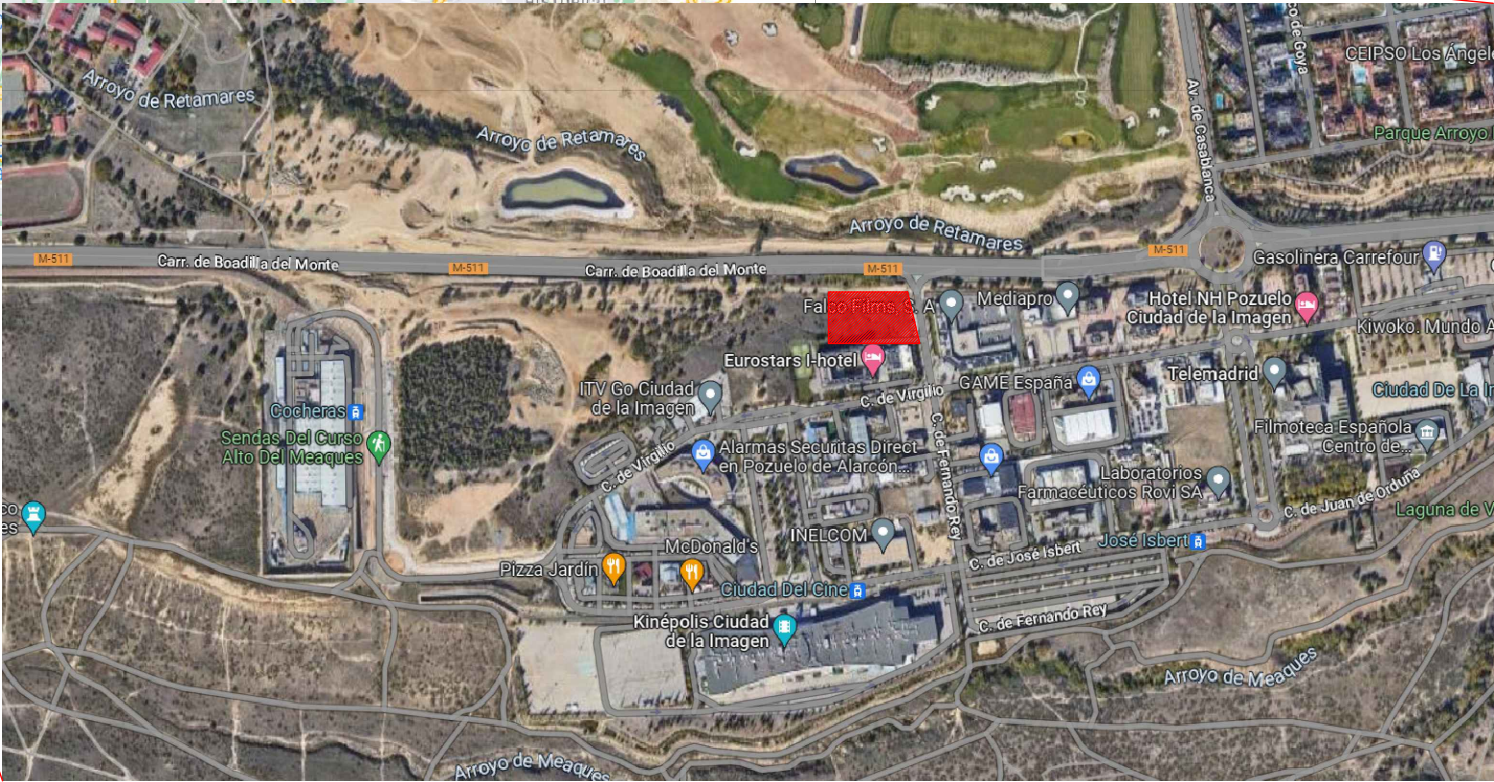
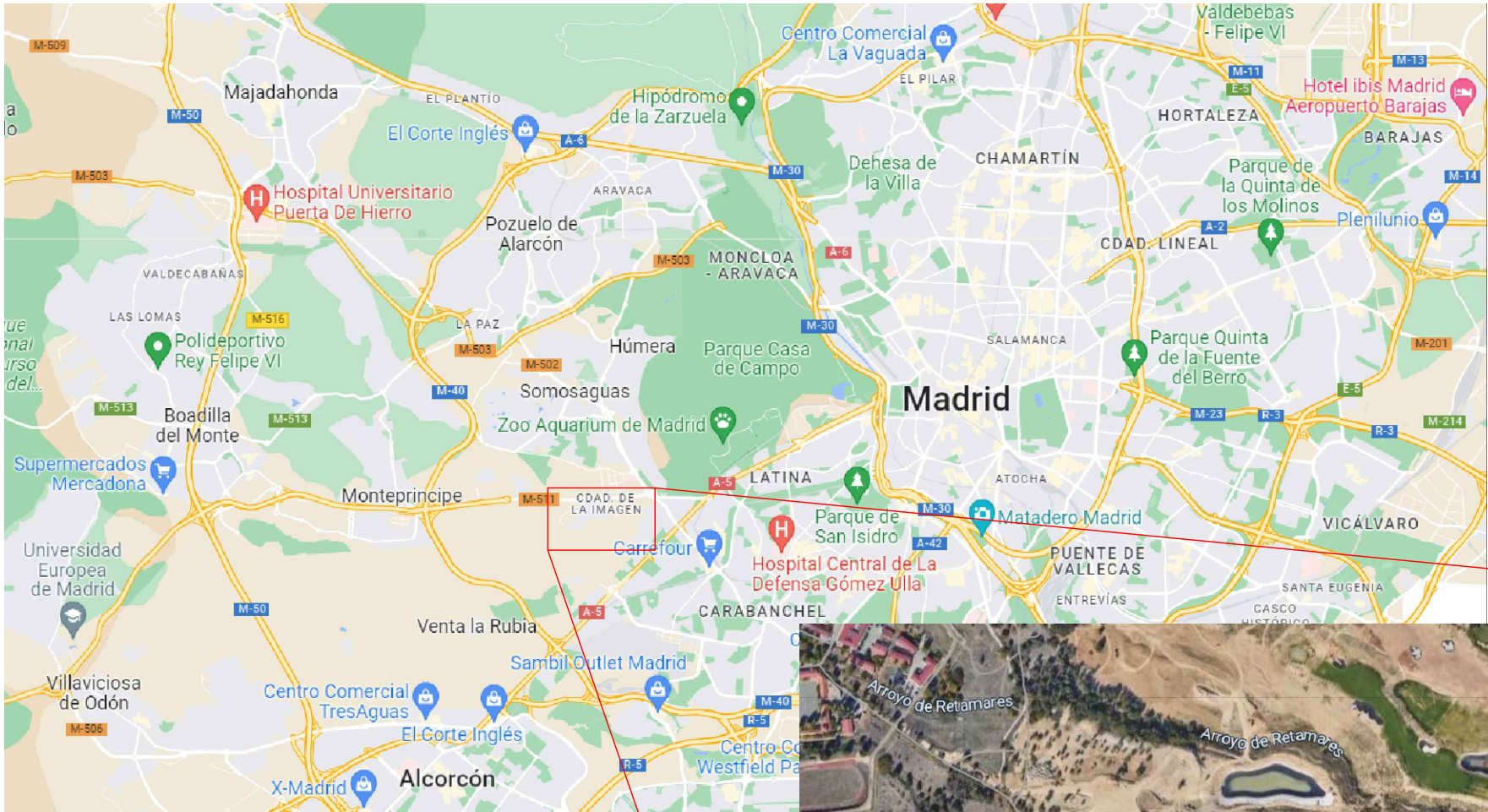
Fdo. Alejandro Ruiz Gutiérrez

DOCUMENTO II:

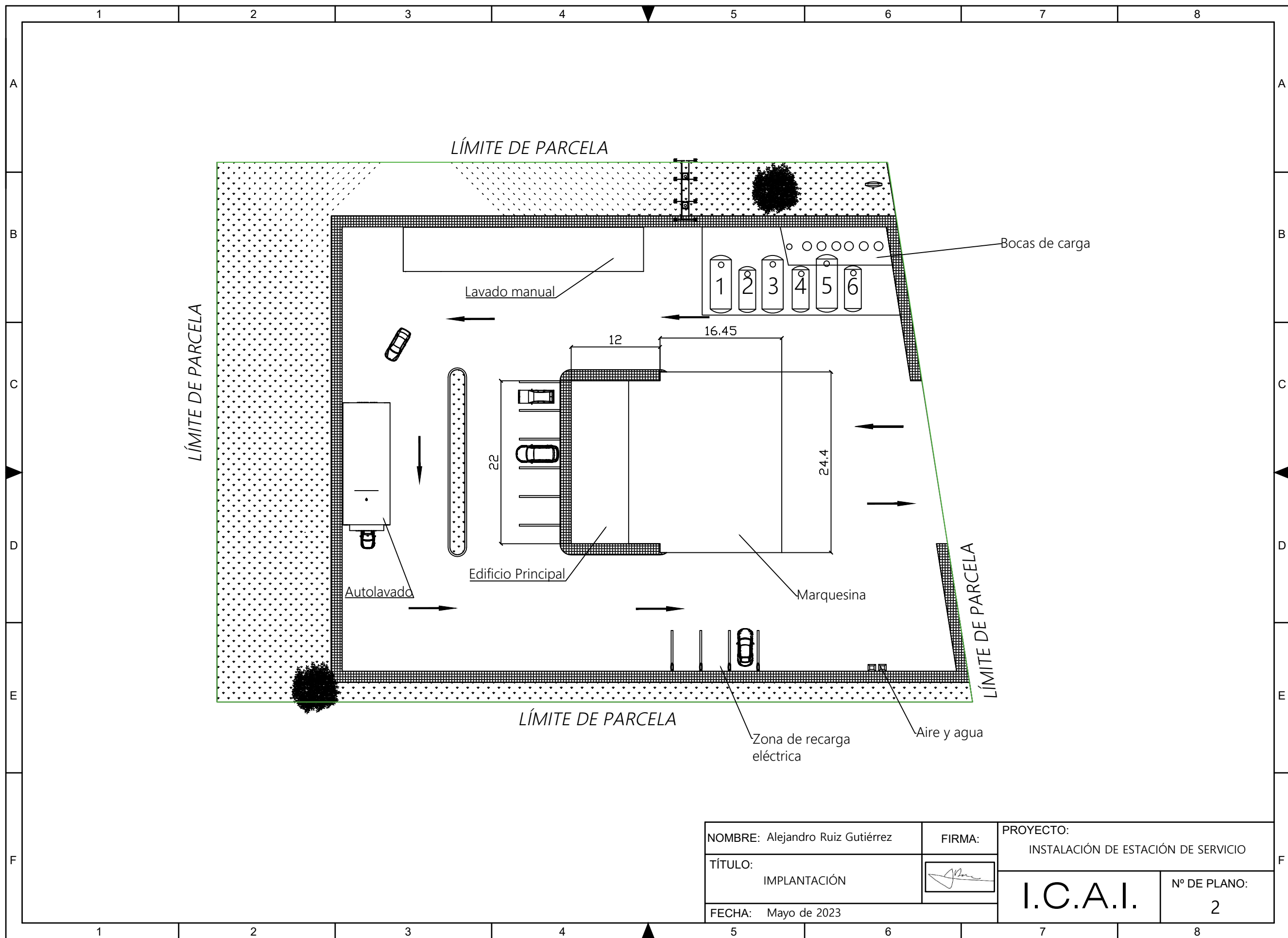
PLANOS

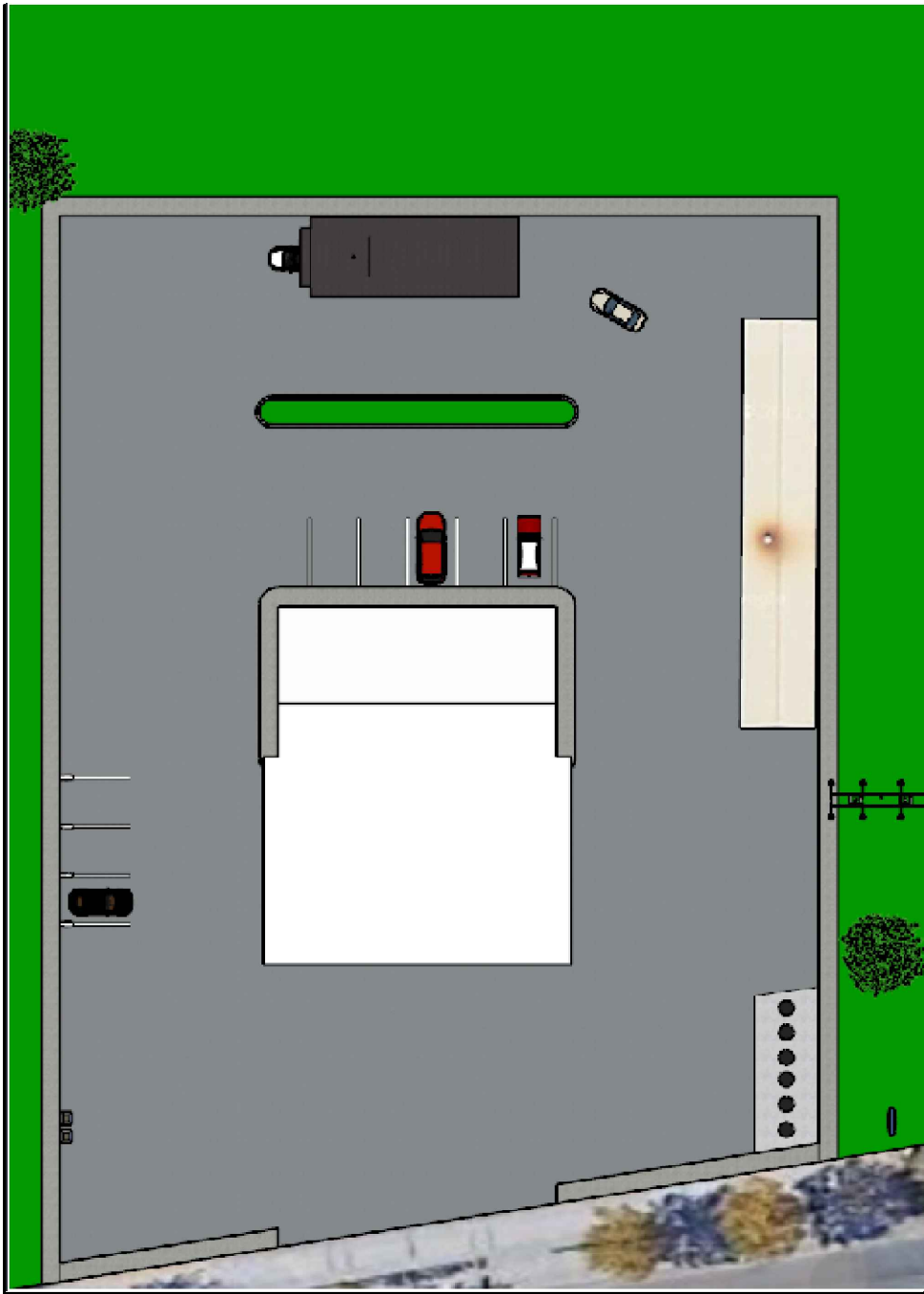
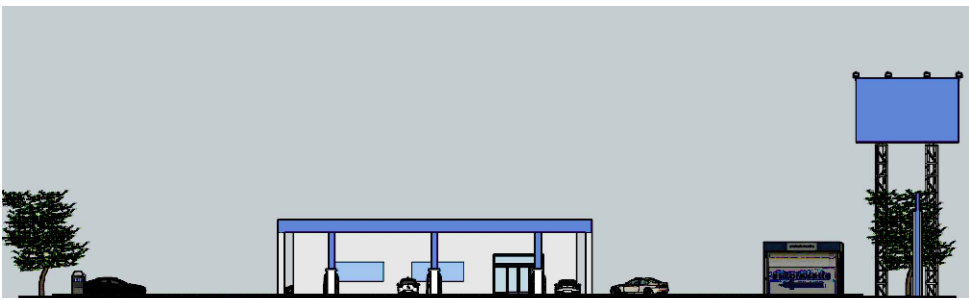
ÍNDICE DE PLANOS

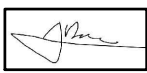
1. Situación y emplazamiento	3
2. Implantación	4
3. Vistas modelo 3D	5
4. Estructura marquesina	6
5. Cimentación marquesina (1)	7
6. Cimentación marquesina (2)	8
7. Estructura edificio principal	9
8. Cimentación edificio principal (1)	10
9. Cimentación edificio principal (2)	11
10. Estructura poste publicitario	12
11. Cimentación poste publicitario	13
12. Instalación mecánica tuberías	14
13. Red de saneamiento	15
14. Puesta a tierra	16
15. Diagrama unifilar	17
16. Protección contra incendios	18

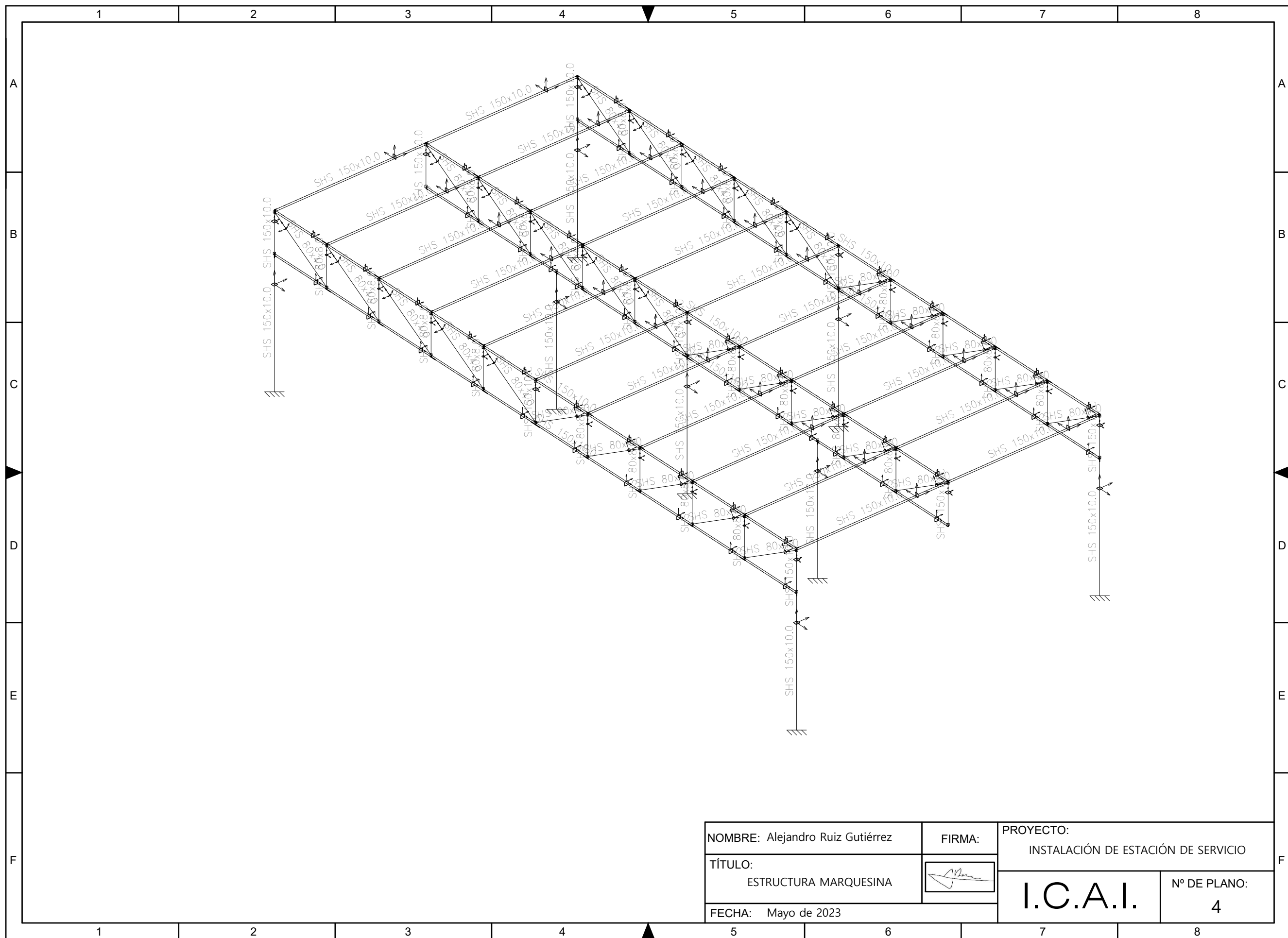


NOMBRE: Alejandro Ruiz Gutiérrez	FIRMA:	PROYECTO: INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE SERVICIO	
TÍTULO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		I.C.A.I.	Nº DE PLANO: 1
FECHA: Mayo de 2023			

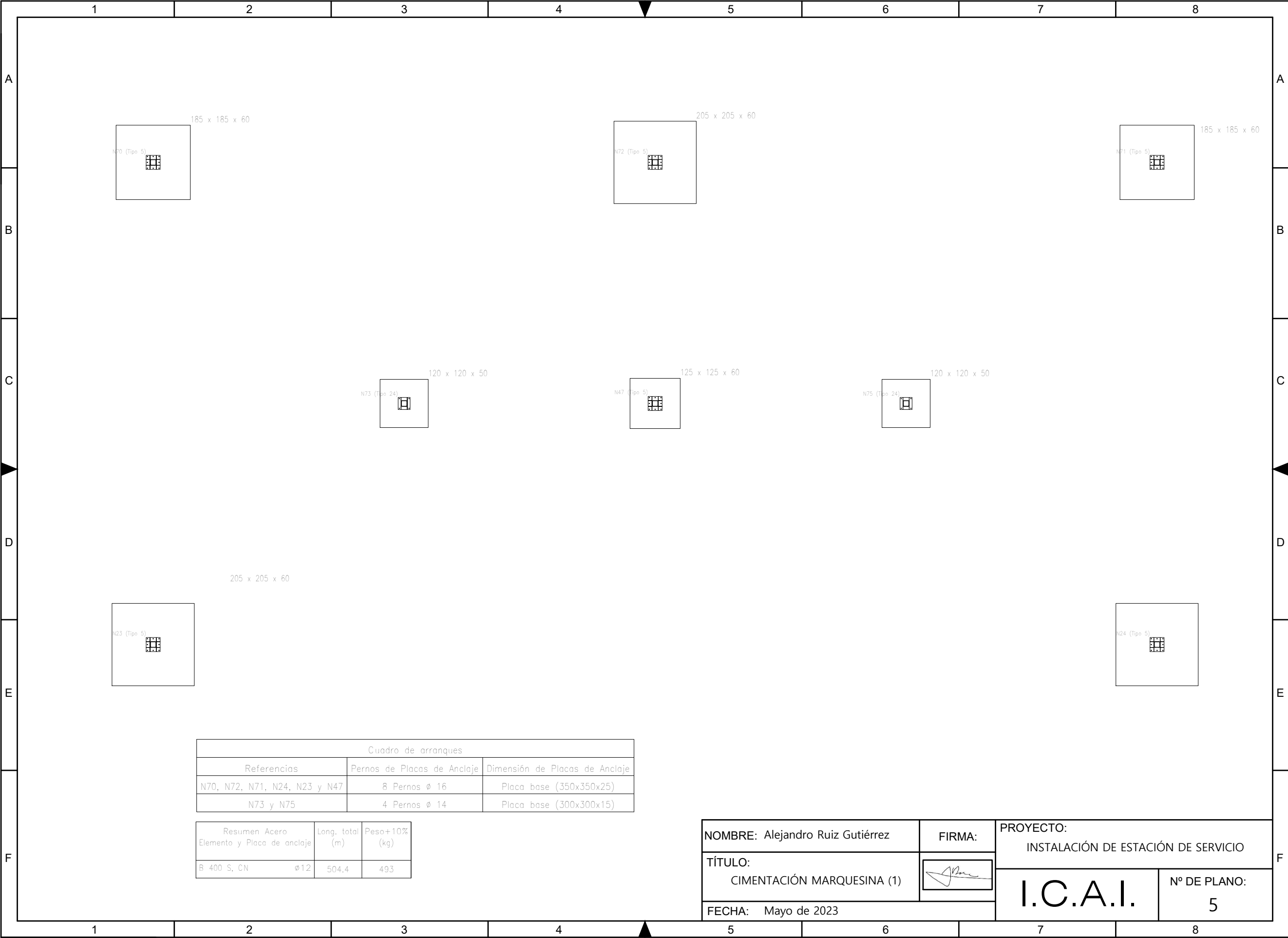


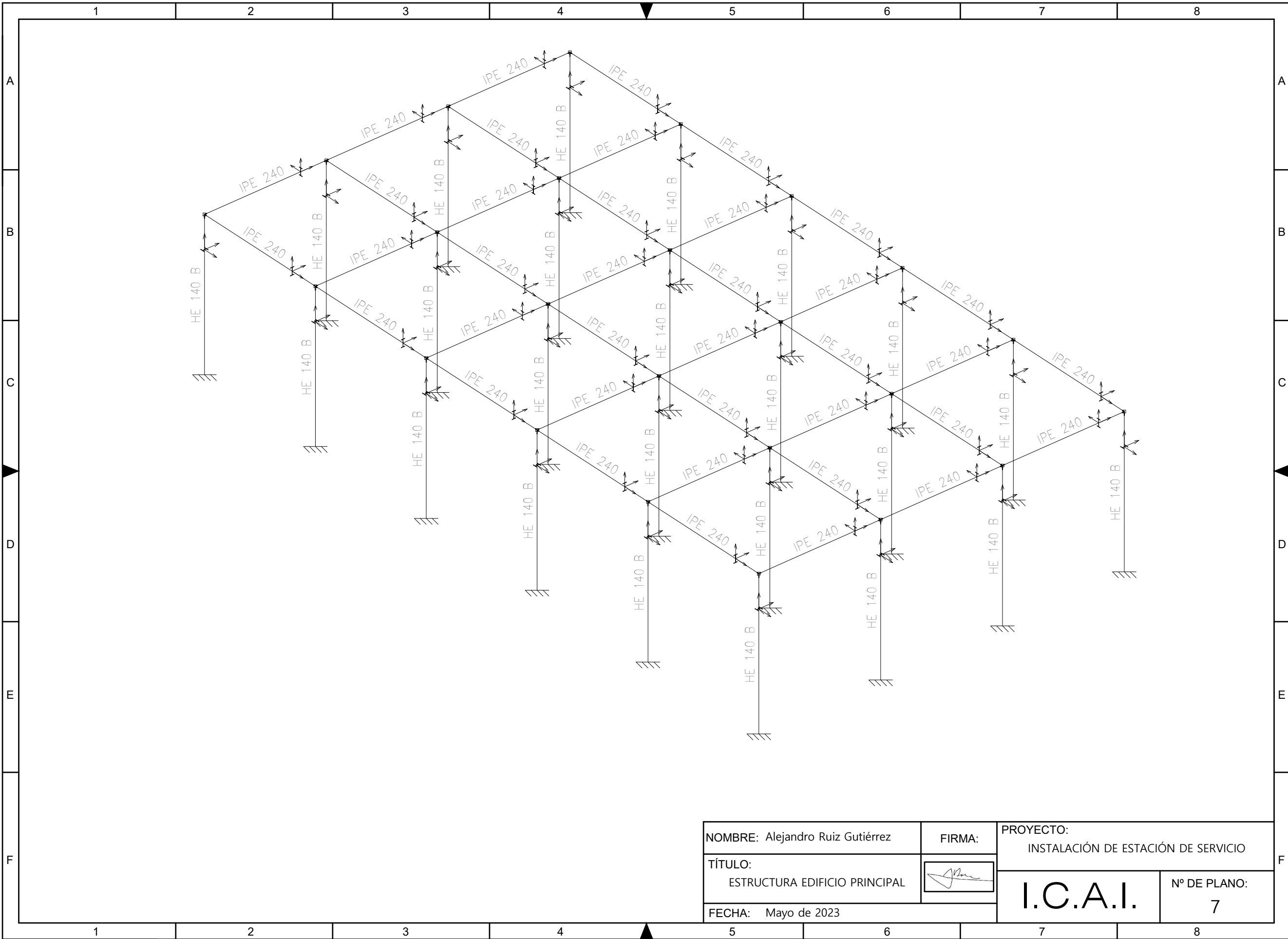


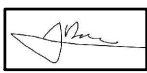
NOMBRE: Alejandro Ruiz Gutiérrez	FIRMA:	PROYECTO: INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE SERVICIO	
TÍTULO: VISTAS MODELO 3D		I.C.A.I.	Nº DE PLANO: 3
FECHA: Mayo de 2023			

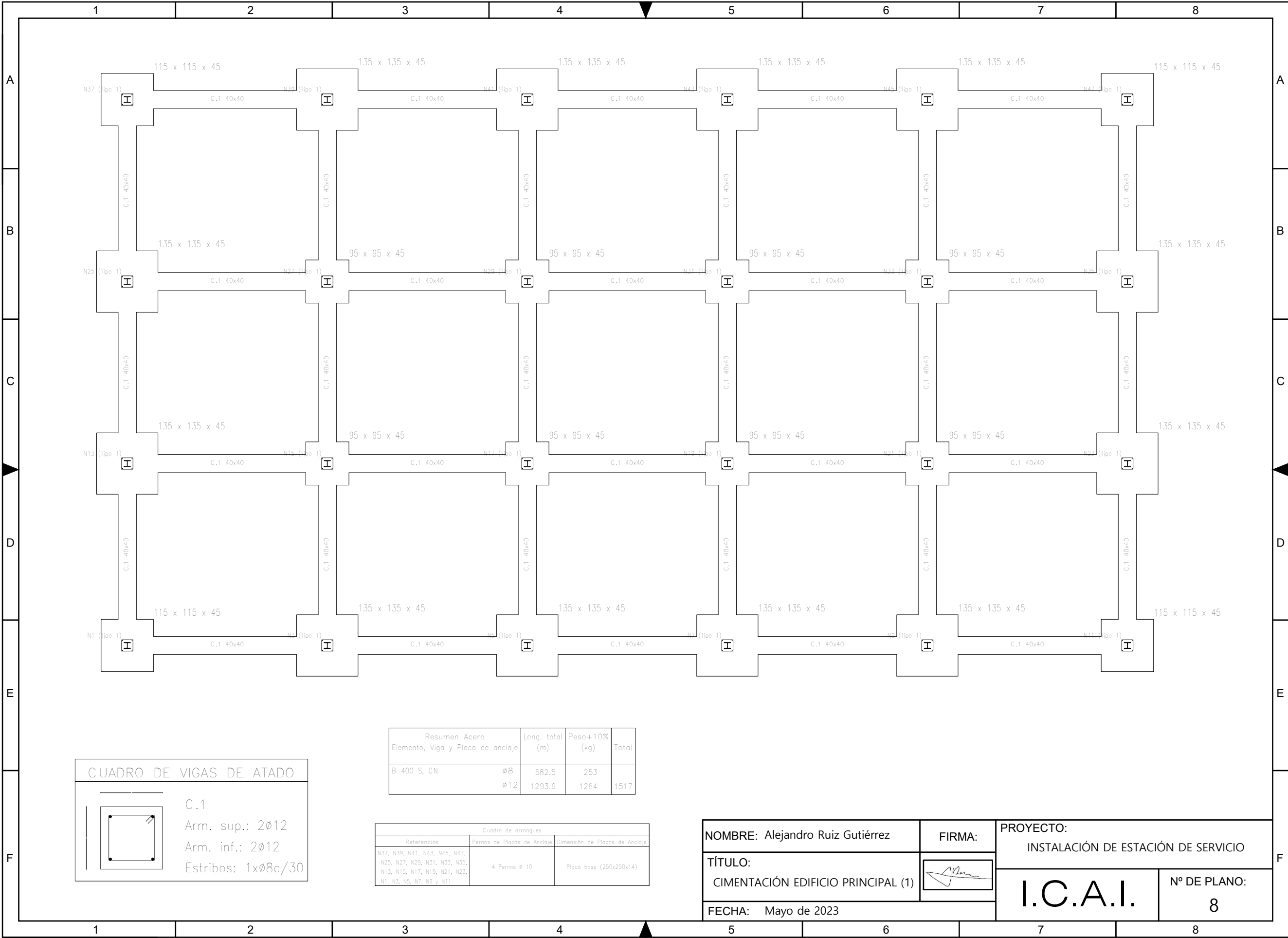


NOMBRE: Alejandro Ruiz Gutiérrez		FIRMA:		PROYECTO:	
TÍTULO:				INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE SERVICIO	
FECHA: Mayo de 2023		I.C.A.I.		N° DE PLANO:	
				4	





NOMBRE: Alejandro Ruiz Gutiérrez		FIRMA:		PROYECTO:	
TÍTULO:				INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE SERVICIO	
FECHA: Mayo de 2023		I.C.A.I.		Nº DE PLANO:	
				7	



CUADRO DE VIGAS DE ATADO

C.1

Arm. sup.: 2ø12

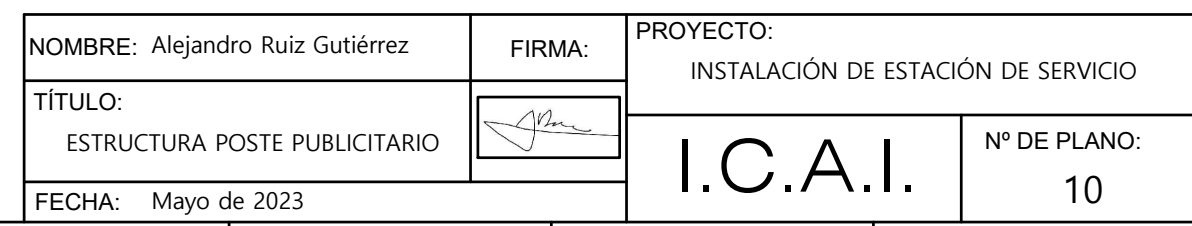
Arm. inf.: 2ø12

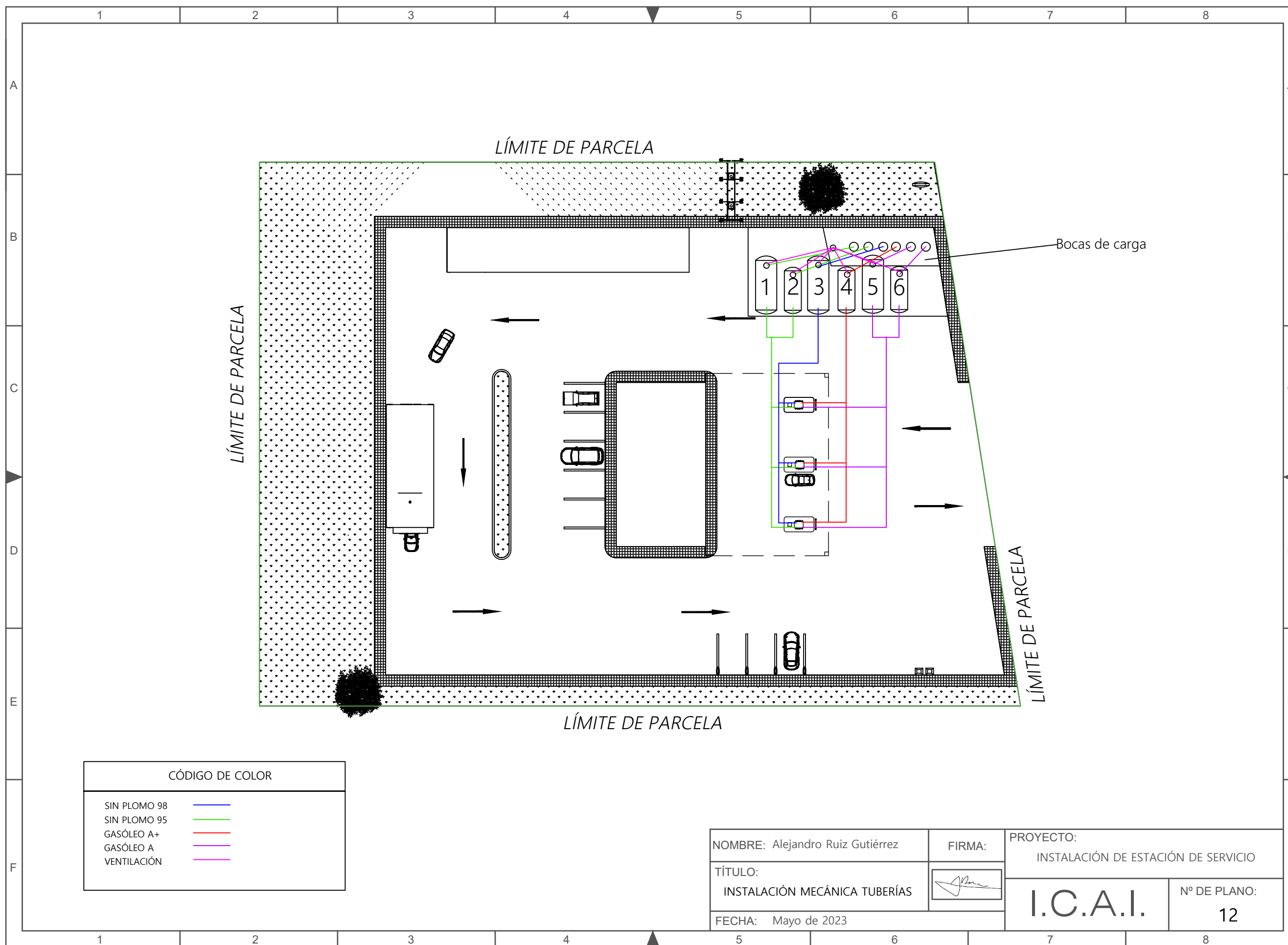
Estribos: 1xø8c/30

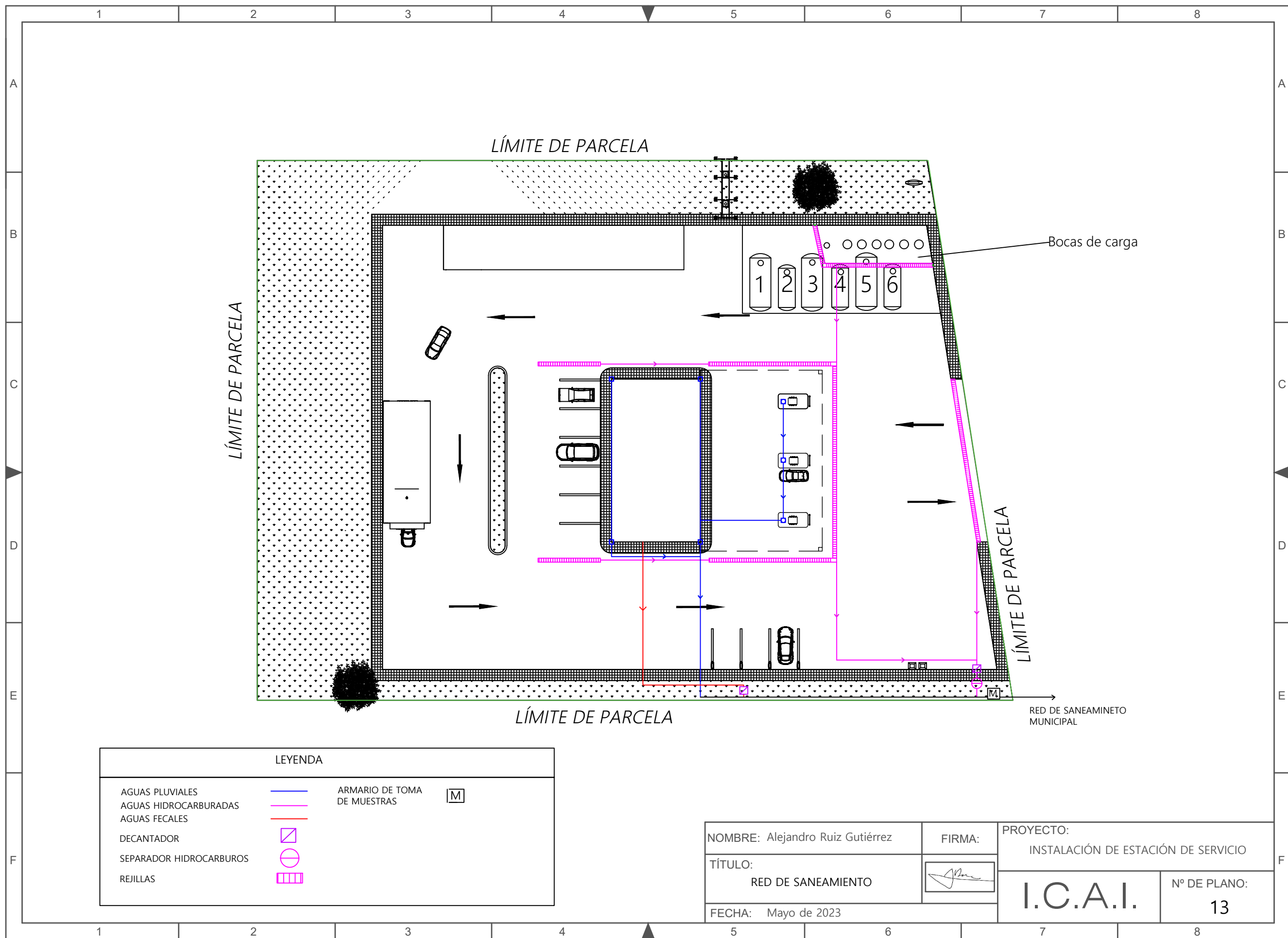
Resumen Acero		Long. total	Peso+10%	Total
Elemento, Viga y Placa de anclaje		(m)	(kg)	
B 400 S, CN	ø8	582,5	253	1517
	ø12	1293,9	1264	

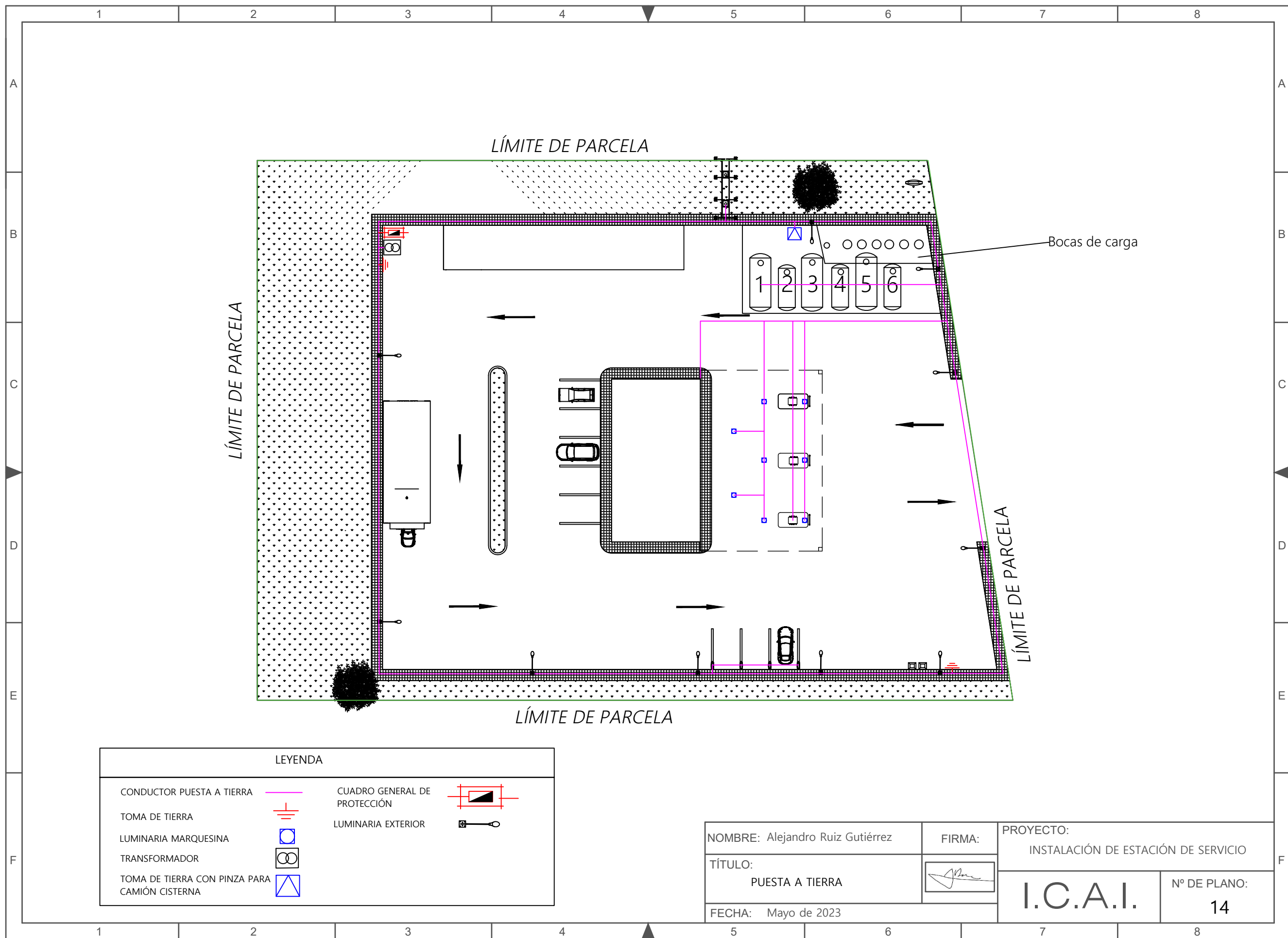
Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N37, N39, N41, N43, N45, N47, N25, N27, N29, N31, N33, N35, N13, N15, N17, N19, N21, N23, N1, N3, N5, N7, N9 y N11	4 Pernos ø 10	Placa base (250x250x14)

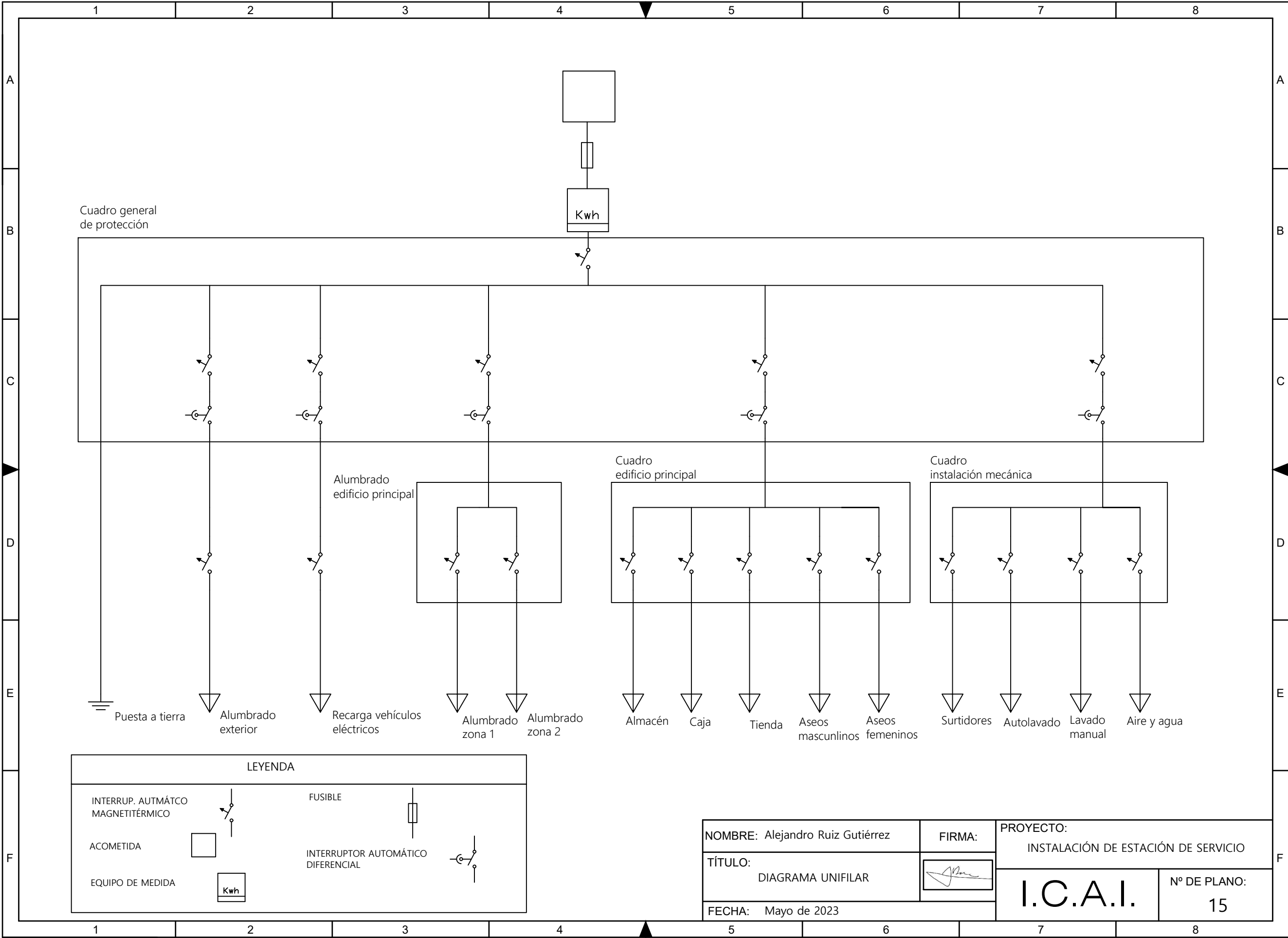
NOMBRE: Alejandro Ruiz Gutiérrez	FIRMA:	PROYECTO: INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE SERVICIO	
TÍTULO: CIMENTACIÓN EDIFICIO PRINCIPAL (1)		I.C.A.I.	Nº DE PLANO: 8
FECHA: Mayo de 2023			

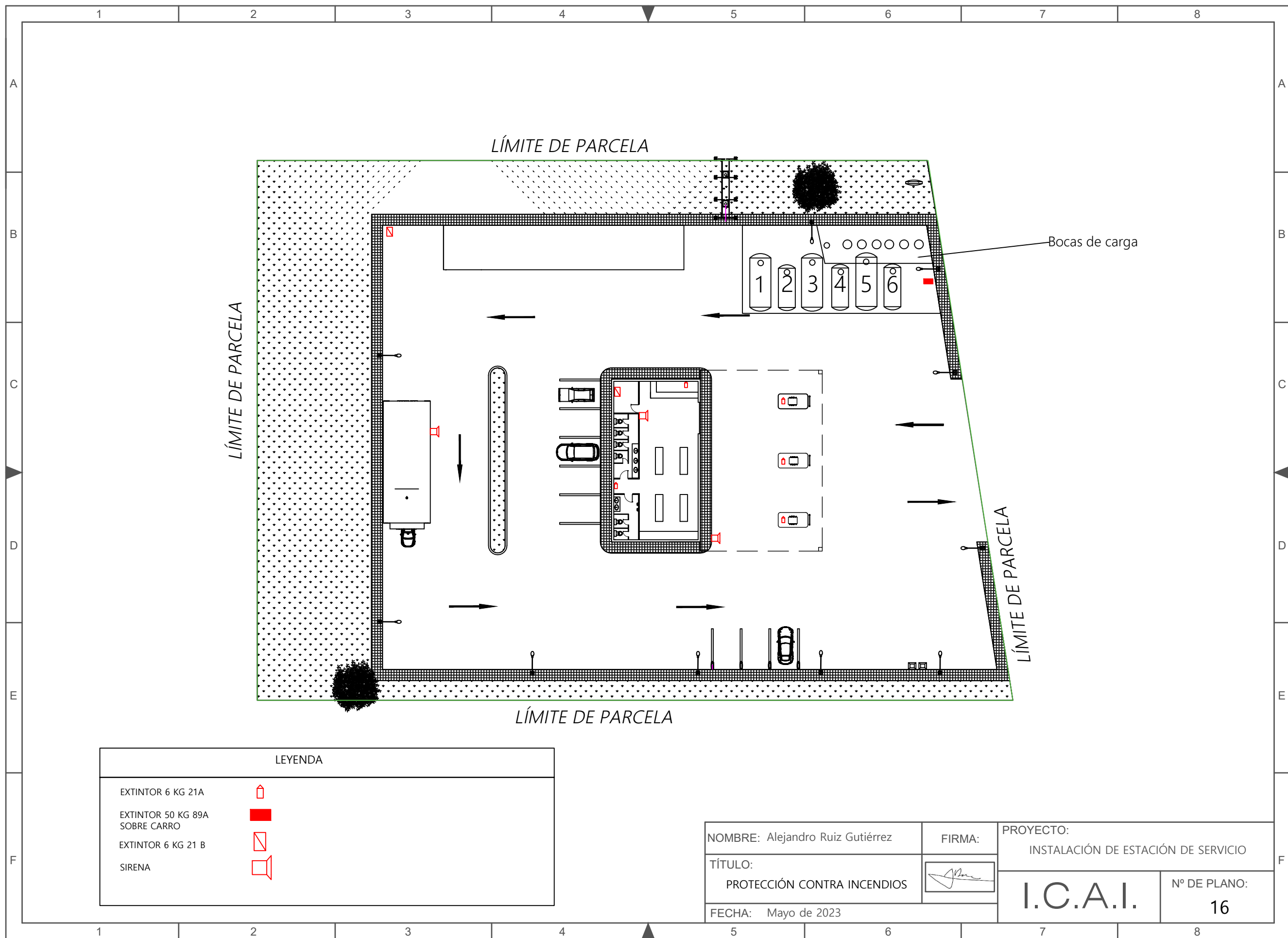












DOCUMENTO III:

**PLIEGO DE
CONDICIONES**

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

1. Condiciones generales	4
1.1 Objeto	4
1.2 Documentos complementarios al Pliego.....	4
1.3 Discordancias entre documentos del proyecto.....	4
1.4 Interpretaciones del documento.....	4
1.5 Calidades utilizadas	4
1.6 Acuerdo entre partes	5
1.7 Importes	5
1.8 Penalizaciones o sanciones pertinentes.....	5
1.9 Rescisión del acuerdo	5
1.10 Realización de la obra	6
1.11 Seguridad general.....	6
1.12 Inspecciones.....	6
1.13 Cambios o variaciones durante la ejecución.....	6
1.14 Trabajos y maquinarias adicionales.....	7
1.15 Fallos o inexactitudes el las obras.....	7
1.16 Conservación y mantenimiento	7
1.17 Entrega provisional de la obra	7
1.18 Garantía.....	7
1.19 Entrega final de la obra	7
1.20 Liquidación	8
1.21 Posibles reclamaciones	8
1.22 Cláusula de compromiso.....	8
1.23 Disposición final	8
2. Condiciones particulares	9
2.1 Objeto	9
2.2 Normativas presentes.....	9
2.3 Obra Civil.....	10
2.3.1 Movimiento de tierras.....	10
2.3.2 Acero	10
2.3.3 Hormigón.....	10
2.3.4 Ladrillo	10
2.3.5 Cimentaciones	10
2.3.6 Firmes y pavimentos	11
2.3.7 Canalizaciones (tuberías y tendido eléctrico)	11

2.3.8 Señalización.....	11
2.4 Instalación mecánica.....	12
2.4.1 Tanques.....	12
2.4.2 Aparatos surtidores	12
2.4.3 Red de tuberías de combustible.....	13
2.5 Instalación eléctrica.....	13
2.5.1 Áreas.....	13
2.5.2 Cuadro general	14
2.5.3 Red de alumbrado.....	14
2.5.4 Red de fuerza	14
2.5.5 Red de puesta a tierra	15
2.5.6 Conductores	15
2.5.7 Zona de recarga eléctrica.....	15
2.6 Instalación de aguas y saneamiento	16
2.7 Protección contra incendios	16
2.8 Aire comprimido.....	16
3. Anexo al pliego de condiciones.....	16

1. Condiciones generales

1.1 Objeto

El presente Pliego de Condiciones generales tiene como objetivo establecer los términos y condiciones de la obra y proyecto, en particular sus aspectos económicos. Es por ello que las siguientes disposiciones enunciadas establecerán las guías para las condiciones del pliego.

1.2 Documentos complementarios al Pliego

Además del presente documento, existirán otros que servirán como soporte o ayuda para facilitar su interpretación y aplicación (teniendo en cuenta que no enuncian nada contrario a lo establecido en este Pliego).

- Pliego de condiciones para contratos de proyectos de carácter público
- Normativas sobre seguridad y salud (anexos)
- Leyes de contratación de empleados y condiciones laborales
- Normativas de carácter técnico para instalaciones del tipo de este proyecto.

Además, y en función de las condiciones establecidas en el contrato para el proyecto, se podrán modificar las condiciones de Pliego, quedando siempre a expensas de lo indicado en el contrato firmado.

1.3 Discordancias entre documentos del proyecto

En el supuesto caso de contradicción entre las distintas partes presentadas en el documento I: Memora Descriptiva, y el presente Pliego de Condiciones, lo establecido en el mismo tendrá siempre una validez superior. Además, en caso de falta o carencia de alguna condición o característica en alguno de los dos documentos se actuará de manera similar a la situación en la que estuviese en ambos documentos.

1.4 Interpretaciones del documento

Es crucial para el correcto desarrollo de la obra la presencia de una figura sobre la que recaiga la responsabilidad de interpretar correctamente las distintas condiciones (tanto técnicas como económicas) de los distintos documentos del proyecto. La persona a cargo de esta tarea será el Ingeniero Director. Además, el contratista será responsable de realizar cualquier actividad necesaria para la correcta finalización de la obra.

1.5 Calidades utilizadas

Los distintos materiales y elementos empleados durante la obra quedan establecidas en la memoria. Todos ellos deberán cumplir las normativas de calidad y estándares pertinentes, así como estar debidamente certificados. En caso de que se requiera un cambio repentino en alguno de estos aspectos, o se desee hacer uso de calidades similares se asegurará, el Ingeniero Director como máximo responsable, de que los nuevos elementos siguen cumpliendo las condiciones necesarias anteriormente descritas. Además, las distintas máquinas utilizadas en todas las etapas de la obra deberán contar con las certificaciones necesarias para operar en una obra de las características que describen el presente proyecto.

Alejandro Ruiz

Estación de servicio Ciudad de la Imagen

1.6 Acuerdo entre partes

El contrato firmado entre las partes tendrá un carácter privado, pero siempre existirá la opción de formalizarse como escritura pública si así fura requerido o necesario.

Se incluirán en el mismo el presupuesto detallado del proyecto, así como la cuantía total y especificaciones e los distintos elementos y materiales a emplear. La mano de obra, posibles repuestos, elementos auxiliares o el transporte también se indicarán en este. El documento se firmará por parte del contratista y del propietario y se acompañará de todos los documentos técnicos necesarios para la que ambas partes sean completamente conocedoras de todas las condiciones presentes en el proyecto.

1.7 Importes

Los distintos importes (divididos en función del tipo de actividad a los que se asocian durante la obra) se presentarán por parte del contratista, siempre y cuando el contrato previamente descrito se haya formalizado y firmado por todas las partes. Cabe destacar que los números podrán variar durante el curso de las obras, siempre sujetos a posibles imprevistos, accidentes o cambios de planes en la ejecución del proyecto. Si se diese el caso de incrementos en costes o nuevas unidades de obra, estos cambios deberán ser aprobados por ambas partes así como por el Ingeniero Director. Los distintos pagos e importes del contrato sus plazos aquí se muestran:

- 10% al recibir el propietario la aceptación del pedido.
- 20% tras la aprobación de todos los documentos necesarios para la obra.
- 30% cuando se aprueben las distintas pruebas de calidad y certificaciones para los equipos empleados en el proyecto.
- 10% a modo de garantía (cobrado tras pasar un año al término de las pruebas anteriormente mencionadas). Esto es sustituible por un aval del banco si así se solicitase.

1.8 Penalizaciones o sanciones pertinentes

El contrato firmado indicará pertinentemente las sanciones económicas que acarrearían posibles retrasos en los plazos de entrega de equipos o materiales o pagos a realizar. Además, por cada semana de retraso en los plazos establecidos en el contrato, se incrementará un 2% el precio establecido inicialmente, con un máximo total del 15%.

1.9 Rescisión del acuerdo

Existirá una cláusula en el contrato que permita activar una posible anulación o rescisión del mismo. Los términos para que esta pueda ejecutarse deberán ser discutidos por las partes antes de la formalización del acuerdo, e incluirán irregularidades o incumplimientos de ciertas normativas. Será en este caso responsabilidad del propietario el abono de las distintas unidades de obra o suministros empleados cabo hasta el momento de la rescisión.

Después de que esto haya ocurrido, se mantendrá la fianza para cubrir los costos relacionados con el período de garantía y el correcto mantenimiento de la obra hasta que se otorgue un nuevo contrato.

1.10 Realización de la obra

El momento de inicio de la obra civil deberá estar indicado en el acuerdo entre las partes (y el Ingeniero Director será debidamente informado), con un retraso máximo de 30 días después de la formalización del mismo. Además, los tiempos estimados para la finalización de la construcción de la estación deberán quedar reflejados en el contrato.

Cualquier tipo de actividad que no se incluya en el contrato o no se autorice por escrito por el Ingeniero Director de la obra deberá ser abonada correspondientemente. Además, las distintas etapas de la obra serán establecidas por el Director y estarán sujetas a posibles cambios e imprevistos.

En cuanto a los distintos materiales empleados será crucial que se encuentren en condiciones óptimas y deberán estar protegidos adecuadamente para evitar posibles daños producidos por lluvias, golpes, acciones químicas, etc. Además, la dirección del proyecto se guardará la potestad de aceptar o denegar el acceso de materiales o equipos que no cumplan las condiciones necesarias consideradas para su uso en la obra.

Cabe destacar que el posterior limpieza y gestión de todos los desechos generados fruto de las obras se considera como parte de las unidades de obra del proyecto.

1.11 Seguridad general

Será responsabilidad del contratista del proyecto que se cumplan todas las directrices establecidas en el Anexo III del Documento I: Memoria descriptiva del proyecto. Para que esto se lleve a cabo de manera satisfactoria, todos los riesgos y restricciones de los elementos a utilizar en la obra deberán estar debidamente indicados

1.12 Inspecciones

En cualquier momento durante la realización de las obras el propietario tendrá el derecho de realizar inspecciones de cualquier carácter para comprobar que las condiciones que se firman en el contrato se están cumpliendo (seguridad, salud, calidades, etc). Para facilitar este tipo de inspecciones, será tarea del contratista la notificación al Ingeniero Director de la necesidad de una preparación de las obras para una inspección segura y con garantías.

1.13 Cambios o variaciones durante la ejecución

En el contrato se establecerán las condiciones pertinentes para posibles modificaciones de cualquier índole mientras se estén realizando los trabajos de construcción de la obra. De este modo, solamente serán validados los cambios de materiales, elementos o pasos a ejecutar que así hayan sido acordados en el contrato.

De este modo, se realizarán cambios previamente acordados y siempre cumpliendo que estos no impliquen una alteración superior al 20% del monto total del presupuesto establecido. Aun así, el contratista no tendrá la potestad de cambiar precios ni a recibir compensaciones por posibles daños en caso de que los cambios afecten a las unidades de obra o los tiempos de ejecución.

1.14 Trabajos y maquinarias adicionales

En el caso de que se requieran actividades complementarias o accesorias a la obra que no estén recogidas en el contrato, será responsabilidad del contratista hacer frente al abono de los montos correspondientes.

Además, y para garantizar que esto se lleva a cabo de manera satisfactoria, será el contratista el encargado de proveer con las maquinarias o equipos auxiliares requeridos. Todas estas deberán también cumplir las normativas y certificaciones precisadas en el contrato y los gastos derivados de esto deberán ser abonados por parte del contratista.

1.15 Fallos o inexactitudes en las obras

Si se llegase a dar el caso en el que existiesen diferencias significativas en alguna parte de la obra entre el resultado final y lo que se proyectaba inicialmente, será potestad del Ingeniero Director el rechazo o no de dicho elemento. En caso de rechazo por inconsistencias con lo establecido, será el contratista el que acarreará con los gastos asociados a la reconstrucción de la parte afectada. En cambio, si se llegase a aceptar se establecerá un nuevo monto para esa parte en función de las diferencias que existan con el plan inicial, siendo de obligada aceptación por todas las partes el nuevo presupuesto.

1.16 Conservación y mantenimiento

Las condiciones de la obra acordadas en el contrato deberán cumplirse durante el tiempo que dure el proyecto de construcción y, por supuesto, en la entrega final del proyecto. Será por tanto obligación del contratista asegurar el debido cumplimiento de las condiciones establecidas y acarrear con los posibles cargos asociados a este objeto.

1.17 Entrega provisional de la obra

Al término de las obras se realizará por parte del Ingeniero Director una revisión del estado final de todos los elementos construidos durante el proyecto. Esta se realizará en presencia del contratista y del propietario y, en caso de conformidad por todas las partes, se levantará acta y comenzará entonces el periodo de garantía del proyecto. Por otro lado, si se encontrasen inconsistencias con lo acordado en el contrato, se establecerán las directrices para paliar los desperfectos y se acordará una nueva fecha para otra inspección.

1.18 Garantía

El anteriormente mencionado periodo de garantía será de un año (en el caso más corto) desde el momento que se ejecute la entrega provisional de la obra.

1.19 Entrega final de la obra

La garantía mencionada en el anterior punto tendrá validez hasta la recepción final de la obra por parte del propietario. En este momento, el contratista dejará de tener las obligaciones mencionadas. Por otro lado, será aún el responsable de posibles fallos no detectados durante la construcción y que puedan salir a la luz una vez comience la puesta en marcha de la estación.

1.20 Liquidación

Se certificará que una parte del proyecto ha terminado cuando el Ingeniero Director así lo considere. Este deberá indicar además en cada uno de estos documentos los posibles cambios que se hayan tenido que realizar durante cada parte de la obra (siempre en acuerdo firmado con el contratista). La liquidación final se ejecutará cuando se cumpla el plazo establecido en la entrega provisional.

1.21 Posibles reclamaciones

Cualquier tipo de reclamación llevada a cabo por alguna de las partes deberá ser debidamente presentada por escrito en los plazos establecidos en el contrato firmado con anterioridad.

1.22 Cláusula de compromiso

Si se llegase a dar algún tipo de desavenencia entre contratista y propietario, será tarea del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales dictar sentencia para la resolución del problema, que se presentará de manera escrita para dicho objeto. En caso de pasar al terreno legal, será necesario el pertinente proceso judicial para determinar un veredicto.

A pesar de llegar a esta situación, los pagos y montos debidos no se verán cancelados y las obras no sufrirán ningún tipo de parada o retraso.

1.23 Disposición final

El conjunto de requisitos que regulará la realización de las distintas actividades tanto en términos técnicos, económicos o legales, deberá estar en concordancia con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones y con el proporcionado por la Dirección General de Arquitectura.

2. Condiciones particulares

2.1 Objeto

El presente Pliego de Condiciones generales tiene como objetivo establecer los términos y condiciones de la obra y proyecto, en particular sus aspectos técnicos. Es por ello que las siguientes disposiciones enunciadas establecerán las guías para las condiciones del pliego.

2.2 Normativas presentes

A lo largo del proyecto se hará uso de la siguientes normativas aquí enunciadas:

- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Norma 6.1- IC, Secciones de Firme, 13/12/03.
- Norma 8.1- IC, Señales Verticales.
- Norma 8.2- IC, Marcas Viales.
- Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A.
- Cimentación y hormigón: EHE-98-CTE.
- Ladrillos: NBE-FL-90.
- Norma NBE-AE-88, Acciones en la Edificación.
- Norma NBE-EA-95, Estructuras de Acero en la Edificación.
- Real Decreto 2429/1979, de 6 de julio, por el que se aprueba la norma básica de edificación NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios.
- Instrucción Técnica Complementaria MI-IP04, Instalaciones petrolíferas para suministro a vehículos, Real Decreto 1/2001, de 20 de julio.
- Norma UNE 62350, "Tanques de acero para almacenamiento de carburantes y combustibles. Tanques de capacidad mayor de 3000 litros".
- Norma UNE 109502
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
- Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1942/1993 "Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios".
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) aprobado mediante el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Normas ITC-MIE-BT-5, ITC-MIE-BT-9, ITC-MIE-BT-25, ITC-MIE-BT-26 e ITC-MIEBT-27, del REBT.
- Normas aplicables al Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas, Real Decreto 11/1995, de 28 de diciembre.
- Ley 20/86, Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico.
- Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.
- Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Petrolíferas.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Cabe destacar que también serán aplicables todas a aquellas disposiciones que modifiquen o mencionen de algún modo las enunciadas en esta sección, o las posibles publicaciones futuras relacionadas con las mismas.

2.3 Obra Civil

2.3.1 Movimiento de tierras

Como se indica en la memoria descriptiva del proyecto, se hará un estudio previo de la tierra del solar para optimizar los procesos de movimiento de tierras y llevarlos a cabo de la manera más efectiva posible. Tras el mismo, se limpiará el terreno de vegetación y se realizará el prensado y nivelado de todo el terreno (preservando un 1% de inclinación como máximo en todo el solar).

2.3.2 Acero

Todos aquellos usados en las distintas estructuras del proyecto deberán estar en concordancia con los establecido en la Norma NBE-EA-95, que indica las especificaciones, normativas y requerimientos necesarios en este tipo de obras. Los tipos de acero y distintos perfiles empleados, así como sus resistencias y características se indican en la Parte II de la memoria descriptiva del proyecto, en la sección de Cálculos.

2.3.3 Hormigón

En este caso, el hormigón empleado en las distintas construcciones de la estación seguirá las directrices mencionadas en la normativa EHE-98-CTE, del código técnico de la edificación. Los tipos de hormigón empleados, así como sus resistencias y características se indican en la Parte II de la memoria descriptiva del proyecto, en la sección de Cálculos.

2.3.4 Ladrillo

La normativa que se deberá respetar y seguir a la hora del empleo del ladrillo en la obra será en este caso la Norma Básica de la Edificación NBE-FL-90: «Muros resistentes de fábrica de ladrillo». Se respetará tanto lo indicado en la memoria como en la norma mencionada.

2.3.5 Cimentaciones

Las zapatas estarán formadas por el hormigón armado con varillas de acero cuyas características se indican en la memoria descriptiva y se asegurará en todo momento que se cumple con la normativa anteriormente mencionada, EHE-98-CTE. Cabe destacar la necesidad de realizar ensayos al hormigón empleado para las zapatas antes de aplicarlo para verificar su validez y cumplimiento con las distintas normativas pertinentes.

2.3.6 Firmes y pavimentos

Como se indica en la memoria, el firme estará dividido en dos zonas, la de circulación y la de repostaje y suministro. Para la primera no se esperan impactos significativos en el suelo pero debe ser impermeable al derrame de combustibles. Por todo esto y, teniendo en cuenta las categorías T42 y E2, resulta en un firme formado por una capa de 25 cm de base de zahorra artificial y otra de 5 cm de mezclas bituminosas. Por otro lado, la segunda tiene requerimientos más exigentes. Teniendo en cuenta la presencia de hidrocarburos y que además en este caso es necesaria una mayor resistencia a impactos (terreno más rígido), se hará uso de una capa de hormigón para mitigar estos efectos. Por todo ello el firme estará conformado por una capa de 25 cm de base de zahorra artificial, una capa de 5 cm de mezclas bituminosas y otra de 20 cm de hormigón armado.

En cuanto a las aceras e isletas empleadas, ambas tendrán unas características similares (altura de 20 cm, anchura de 1,5 m y resistencia 200 Kg/cm²). Los distintos bordillos empleados estarán prefabricados y cumplirán con las normativas requeridas.

Todos los elementos de esta parte de la obra deberán a cogerse a lo establecido en la norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras.

2.3.7 Canalizaciones (tuberías y tendido eléctrico)

En el caso de las tuberías para los distintos tipos de fluidos se emplearán zanjas a distintas profundidades en función de la red a la que pertenezcan, siendo la mínima de 0,5 m. Estas tuberías se dispondrán en arena que las aisle del terreno y se impondrán pendientes mínimas cercanas al 2,5 %.

Por otro lado, para los cables que transporten la electricidad a la estación, la profundidad será superior, de 1 m y se emplearán tubos de PVC (que discurrirán enterrados en hormigón) para protegerlos. Las zanjas en este caso no requerirán de una inclinación mínima al no transportar líquidos. Las distintas dimensiones de las zanjas y arquetas empleadas dependerán del número de conductores que existan en cada tramo y las características de los mismos.

2.3.8 Señalización

Las distintas señales de tráfico verticales empleadas en el área de la estación se encuentran especificadas en la memoria descriptiva. Se tendrá en cuenta también la señalización de seguridad de la estación, esto es salidas de emergencia, avisos de seguridad contra incendios, prohibiciones, etc. Estas deberán estar en consonancia con la Norma 8.1- IC, Señales Verticales.

Por otro lado, la señalización horizontal deberá cumplir la Norma 8.2- IC, Marcas Viales para su correcta instalación en las distintas partes de la estación donde así se requiera.

2.4 Instalación mecánica

Los distintos elementos de la instalación mecánica de la estación deberán respetar ciertos requerimientos de carácter técnico a continuación descritos.

2.4.1 Tanques

En el caso de esta estación se emplearán 3 tanques de 50.000 l y otros 3 de 30.000 l de capacidad para abastecer a los clientes.

La instalación de estos se realizará según se indica en la instrucción técnica complementaria MI-IP 04 "Instalaciones para suministro a vehículos" y, como se indica en esta se seguirá la norma UNE 109502. Esta explica que todos los tanques de nueva instalación deben ser de doble pared y deben tener una separación mínima de 1 metro entre las paredes de los tanques colindantes y 0,5 metros entre la pared del foso y la del tanque. Las distintas dimensiones y características de los mismos estarán de acuerdo con la norma UNE-EN 12285-1, según garantiza el proveedor Lapesa. Cabe destacar la importancia de no superar en ningún momento la capacidad nominal de cada tanque más de un 3%.

Además, el acero utilizado en la construcción, según norma europea EN 10025 (acero al carbono o inoxidable bajo demanda) es de gran resistencia mecánica y capacidad de deformación y permite la absorción de golpes, vibraciones (tránsito de vehículos, etc.) o movimientos moderados de terreno.

Para los soldados requeridos en la instalación de los tanques se seguirá la norma UNE 53361, que rige este tipo de acciones.

Será de vital importancia realizar pruebas de presión y estanqueidad a los distintos tanques antes de comenzar su operación. También se comprobará que las dimensiones coinciden con las pertinentes y que las soldaduras se han llevado a cabo de manera satisfactoria.

2.4.2 Aparatos surtidores

Estos, así como sus especificaciones y características se muestran en la memoria descriptiva y serán de la marca CETIL. Se situarán bajo la marquesina y estarán provistos de protecciones antichoque de vehículos. Todos ellos deberán cumplir con la normativa vigente que rige este tipo de aparatos (MI-IP04).

Existirán 3 aparatos de este tipo en la estación, todos ellos dobles, otorgando a la instalación una capacidad simultánea de 6 vehículos al mismo tiempo. Cada uno contará con 4 mangueras (Gasóleo A y A+, Sin Plomo 95 y 98) y estará preparado para instalación de recuperación de vapores (Fase I-II).

Según indica el fabricante, cada uno contará con un Kit para la identificación de productos según R.D. 639/2016 y el chasis y revestimiento serán en acero F114 galvanizado.

Cabe destacar también el caudal de 80 L/min para los distintos surtidores presentes en la estación.

Finalmente, será crucial que todos los aparatos se sometan a distintas inspecciones de manera periódica para garantizar su correcto funcionamiento y conservación en estado óptimo a lo largo del tiempo, haciendo especial hincapié en la seguridad y metrología de los mismos.

2.4.3 Red de tuberías de combustible

De nuevo, para la instalación de esta red se cumplirá en todo momento lo dictado en la normativa MI-IP04 para instalaciones petrolíferas para suministro a vehículos. Como se indica en la memoria descriptiva, dicha red se encuentra dividida en 4 partes:

- Red de carga de los tanques
- Red de aspiración
- Red de ventilación
- Red de recuperación de gases FASES I y II

Los distintos controles y pruebas realizados para garantizar el correcto funcionamiento de las distintas tuberías se harán en concordancia con el punto 7.1.3.2 de la MI-IP04, pudiendo superar los 2 bares de presión durante las pruebas pertinentes. Además, según se indica en el punto 7.1.3 del mismo documento, la pendiente mínima de cualquier tubería de esta red deberá ser del 1 %, para garantizar que no se formen atascos o retenciones en zonas de difícil acceso.

Es importante resaltar la prohibición del discurrir de estas tuberías en zonas internas de los distintos edificios de la estación en cualquier caso y bajo cualquier circunstancia.

2.5 Instalación eléctrica

Los distintos elementos de la instalación eléctrica de la estación deberán respetar ciertos requerimientos de carácter técnico a continuación descritos. Todas las tareas de instalación así como los materiales empleados en esta parte del proyecto estarán incluidos en estas condiciones.

2.5.1 Áreas

La clasificación de los distintos emplazamientos de la estación se llevará a cabo según lo establecido en el apartado 9.1 del documento MI-IP04. Ahí se explica que el procedimiento a seguir es aquel del REBT, teniendo en cuenta distintos factores. En primer lugar, se tendrá en cuenta la clase del emplazamiento (siguiendo la norma UNE-EN 60079-10-1), que en el caso de una estación de servicio es clase 1. Por otro lado, se considerará el número de zona, siendo este 0, 1 o 2 en función del grado de la fuente de escape o la influencia de la ventilación, en esa zona. Las posibles fuentes de escape a tener en cuenta son las siguientes:

- Aparatos surtidores
- Tanques de combustible y venteos
- Edificios que puedan almacenar algún tipo de lubricante

Así, la parte interior de la envolvente de los aparatos de suministro serán zona 1 según se indica en el punto b.4.1) de la MI-IP04, mientras que la envolvente exterior de los mismos se considerarán como zona 2. Cabe destacar que los tamaños y extensiones de estas zonas se determinarán según dicte la norma UNE-EN 12617-1 (apartado 5.2).

Por otro lado, el interior de los tanques será zona 0, las arquetas serán zona 1 y se establecerá una semiesfera de 1 m de radio para considerar la zona 2 a partir del nivel del suelo desde la arqueta.

2.5.2 Cuadro general

Según se determine por parte de la compañía que garantice el suministro eléctrico se establecerá el punto de acometida para la instalación eléctrica y siempre en cumplimiento de lo que esta establezca.

Este será el punto de conexión principal de los conductores provenientes del punto de acometida y el resto de cables de salida que se dirigen a los circuitos y equipos de la estación. La instalación del mismo se llevará a cabo según la norma ITC-MIE-BT-17 y en el interior de la puerta del cuadro se mostrará el diagrama unifilar que se encuentra en el apartado de planos del proyecto.

Se instalará entonces un cuadro general de protección y distintos contadores en las partes de la estación que así lo requieran. Estos estarán ocultos y protegidos del personal ajeno a la estación. Todas estas cajas de protección estarán en consonancia con lo establecido en la norma UNE-EN 60439-1 y estarán debidamente protegidas contra incendios.

Todos estos elementos pasarán los ensayos o verificaciones necesarias indicadas por el fabricante previos a su instalación en la estación.

2.5.3 Red de alumbrado

Según lo indicado en el apartado 9.1 de la normativa MI-IP04, la instalación de la iluminación se llevará a cabo mediante circuitos individuales para cada prestación de la estación (marquesina, edificio, alumbrado exterior, etc). Además los distintos circuitos deberán ser monofásicos y dispondrán de protección mediante interruptores bipolares de corte onipolar. Según se indica en el REBT, los cables empleados para esta red serán de cobre.

Será importante el correcto iluminado para las horas nocturnas (ya que la estación sirve también de noche y se pretende evitar cualquier tipo de percance asociado con la baja visibilidad de estas horas) tanto de la zona de repostaje bajo la marquesina como de la zona de recarga eléctrica y las plazas de parking. El edificio principal contará con unos niveles mínimos de iluminación de unos 300 lx y las distintas zonas se alumbrarán según su función correspondiente. En la memoria descriptiva se indican los distintos elementos destinados a este fin así como sus especificaciones.

Por otro lado, los accesos deberán estar alumbrados con una intensidad lumínica similar a la del alumbrado público de la calle de Fernando Rey (desde la que se accede a la estación).

Finalmente, tanto el edificio como la ,marquesina contarán con luminarias de emergencia para poder alumbrar la zona en caso de cortes de luz durante 1 hora. Sus especificaciones se recogen también en el apartado de la instalación eléctrica de la memoria descriptiva.

2.5.4 Red de fuerza

Como se muestra en la normativa ampliamente mencionada a lo largo de todo el pliego (MI-IP04), la red de fuerza cumplirá lo establecido en el REBT. Así, se indica que el material a emplear será cobre para los distintos cables de esta red con aislantes semejantes a los de los demás conductores. Además, esta red discurrirá por las mismas zanjas que los distintos conductores activos (aquellos que tienen como función la transmisión de energía eléctrica).

En cuanto al cuadro de distribución de esta red, se le dotará de medidas de protección frente a cortocircuitos, sobrecargas o posibles contactos directos, siendo el grado mínimo de protección IP 23 - IK08.

2.5.5 Red de puesta a tierra

Para esta red, y siguiendo de nuevo las normativas vigentes, se hará uso de un anillo perimetral que rodee el terreno de la estación con el fin de limitar posibles subidas excesivas de la tensión (más allá de 24 V) de los elementos eléctricos de la estación con respecto a la tierra.

Para ello, y siguiendo las normas ITC-MIE-BT18 e ITC-MIE-BT21 del REBT, se emplearán conductores desnudos de cobre de una sección mínima de 35 mm² que compartirán las canalizaciones con los conductores de alimentación. Así, todos los elementos metálicos de los distintos equipos, los dispositivos eléctricos de la estación, las farolas exteriores y los depósitos de almacenamiento se conectarán a esta red.

Cabe destacar que las distintas conexiones a esta red se efectuarán utilizando terminales, grapas o soldaduras para asegurar un contacto duradero y preparado para soportar los efectos de la corrosión.

2.5.6 Conductores

En este caso, las limitaciones y normas a seguir serán las dictadas en la ITC-MIE-BT07 e ITC-MIE-BT17. Además, según se indica en la norma UNE 20432, los conductores a emplear estarán fabricados en cobre y discurrirán por tubos de PVC. También deberán ser resistentes a los hidrocarburos y no deberán tener la capacidad de propagar llamas.

Las distintas secciones se seleccionarán en función de la intensidad a la que se sometan los distintos conductores y siempre siendo mayores a 6 mm².

En las zonas donde la conexión sea trifásica se incluirá a parte de las distintas fases un conductor de protección, mientras que en las monofásicas se hará uso de la fase, del neutro y del cable de protección. En cuanto al código de color y siguiendo la normativa IEC 60446, se empleará el marrón para la fase R, el negro para la S y el gris para la T. El color azul se usará para el cable neutro y el amarillo y verde para el conductor de protección. En el caso de los circuitos monofásicos se usará el mismo código pero la única fase será de color marrón.

Quedará prohibido cualquier tipo de tarea de inspección o revisión de la instalación eléctrica mientras exista tensión en la zona a revisar. Además dichas tareas se realizarán siempre gracias a personas capacitadas o con la formación adecuada para este tipo de trabajo.

2.5.7 Zona de recarga eléctrica

Este tipo de instalaciones, según se indica en el capítulo 11 de la MI-IP04, debe cumplir los requerimientos presentes en el REBT. Es por ello que la instalación de los distintos aparatos y cableados de esta parte de la estación correrá a cargo de la empresa que decida prestar aquí sus servicios. Es por ello que la misma deberá asegurar el cumplimiento de la ITC-MIE-BT52, que rige la normativa competente de la infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos.

2.6 Instalación de aguas y saneamiento

Será el Canal de Isabel II en este caso el encargado de seleccionar el punto de acometida para la red de abastecimiento de la estación.

Además, existirá una válvula para el edificio y otra para la zona de lavado para poder regular el flujo de agua de abastecimiento en dichas zonas. Dentro de las mismas, el agua discurrirá por tuberías que se instalarán en los falsos techos o paredes para su correcta circulación.

Como se indica en el apartado pertinente de la memoria, esta instalación se divide en 3 redes distintas de saneamiento, que son la de aguas pluviales, la de aguas fecales y la de aguas hidrocarburadas. Todas ellas quedan descritas en la memoria descriptiva y definidas en la Parte II del proyecto (planos).

Para la instalación de todas las redes se seguirán las instrucciones de los distintos fabricantes y se hará gracias a personas capacitadas o con la formación adecuada para este tipo de trabajo.

2.7 Protección contra incendios

Para una correcta protección ante este tipo de incidentes, tanto en la memoria como en el estudio de seguridad y salud quedan recogidas las condiciones mínimas de seguridad que debe cumplir la estación. Es por ello que se seguirá la normativa indicada en Real Decreto 1942/1993 “Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios” y lo presentado en el Capítulo 10 de la MI-IP04

2.8 Aire comprimido

La instalación se realizará de modo que el aire comprimido funcione bajo las recomendaciones del fabricante y en cumplimiento de la normativa NTE-IGA. Las especificaciones del aparato se indican en la memoria descriptiva.

3. Anexo al pliego de condiciones

La empresa encargada de la obra deberá proporcionar a la dirección del proyecto los distintos planos y documentos necesarios para la correcta ejecución del mismo con antelación suficiente y siempre antes de que llegue la fecha acordada en el contrato para el comienzo de las tareas, con el fin de su aprobación a tiempo.

Será tarea del contratista, según se acuerda en el contrato, la obtención de las licencias y permisos pertinentes para la obra. Además, en el caso de existir la necesidad de unidades de obra adicionales, el contratista deberá proceder con las mismas, buscando siempre el entendimiento entre el Ingeniero Director y la empresa constructora. En cualquier caso, la última palabra para este tipo de decisiones correrá a cargo del Ingeniero director.

Madrid, junio de 2023

Fdo. Alejandro Ruiz Gutiérrez

Alejandro Ruiz
Estación de servicio Ciudad de la Imagen

DOCUMENTO IV:

PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

Parte I: Presupuestos parciales

1. Preparación de la obra civil	4
2. Movimiento de tierras	4
3. Firmes y pavimentos	4
4. Saneamiento	5
5. Edificio principal	5
6. Marquesina	6
7. Poste publicitario	6
8. Poste de precios	7
9. Solados y alicatados	7
10. Albañilería	7
11. Fontanería	8
12. Carpintería y cerrajería	8
13. Instalación mecánica	9
14. Instalación eléctrica	10
15. Señalización	11
16. Protección contra incendios	11
17. Zonas verdes	12
18. Climatización	12
19. Gastos generales y de gestión	12

Parte II: Presupuesto general: resumen

1. Resumen general del presupuesto	14
--	----

PARTE I: PRESUPUESTOS PARCIALES

1. Preparación de la obra civil

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Caseta de obra	1,00	-	1.200,00	1.200,00
Valla metálica móvil	300,00	m	4,50	1.350,00
Contador provisional agua	1,00	-	1454,50	1454,50
Contador provisional electricidad	1,00	-	846,00	846,00
Control de calidad hormigón estructural	1,00	-	779,00	779,00
			TOTAL	5.629,50

2. Movimiento de tierras

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Estudio geotécnico del solar	5.115,00	m ²	2,00	10.230,00
Desbroce del terreno, limpieza de vegetación y transporte	5.115,00	m ²	2,50	12.787,50
Explanación y nivelado	5.115,00	m ²	1,90	9.718,50
Excavación zanjas saneamiento	294,87	m ³	24,33	7.174,19
Excavación zanjas para depósitos, separador y cimentado	1597,00	m ³	9,50	15.171,50
			TOTAL	55.081,69

3. Firmes y pavimentos

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Base zahorra artificial	4.489,00	m ³	12,46	55.932,94
Firme flexible de zahorra artificial y mezclas bituminosas	4.690,20	m ²	15,21	71.337,94
Firme rígido de hormigón pretensado HP-45 (zona repostaje y tanques)	424,80	m ²	30,98	13.160,30
Solado con baldosas decorativas (isletas y aceras)	725,00	m ²	19,90	14.427,50
Bordillo prefabricado de granito	120,00	m	15,60	1.872,00
			TOTAL	156.730,68

4. Saneamiento

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Acometida red de saneamiento	1,00	-	620,00	620,00
Separador de hidrocarburos	1,00	-	2.173,16	2.173,16
Decantador de sólidos	1,00	-	945,69	945,69
Arqueta registrable	4,00	-	47,30	189,20
Armario de muestras prefabricado	1,00	-	690,55	690,55
Rejillas recogida aguas pluviales	104,00	m	52,44	5.453,76
Tubería PVC (200 mm)	330,00	m	23,80	7.854,00
Tubería PVC (120 mm)	78,00	m	20,50	1.599,00
Tubería PVC (100 mm)	100,00	m	16,30	1630,00
			TOTAL	21.155,36

5. Edificio principal

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Acero laminado S275 perfil HEB 140	3.888,58	Kg	1,96	7.621,61
Acero laminado S275 perfil IPE 240	4.910,96	Kg	1,96	9.625,48
Pintura intumescente contra el fuego	246,77	m ²	15,00	3.701,55
Hormigón zapatas HA-25	15,47	m ³	101,07	1.563,55
Acero para armado zapatas B 400 S	594,12	kg	1,77	1.051,56
Hormigón vigas de atado HA-25	18,00	m ³	101,07	1.819,26
Acero para armado vigas de atado B 400 S	922,88	Kg	1,77	1.633,49
Paneles sándwich con núcleo de poliuretano	604,00	m ²	45,60	27.542,40
Pintura plástica lisa blanca estándar mate (exterior)	340,00	m ²	10,20	3.468,00
Pintura plástica lisa blanca estándar mate (interior)	450,00	m ²	6,71	3.019,50
			TOTAL	61.046,40

6. Marquesina

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Acero laminado S275 perfil SHS 150x10.0	13.823,05	Kg	2,31	31.931,25
Acero laminado S275 perfil SHS 80x8.0	587,55	Kg	2,31	1.357,24
Acero laminado S275 perfil SHS 80x4.0	752,22	Kg	2,31	1.737,63
Acero laminado S275 perfil SHS 80x5.0	65,64	Kg	2,31	151,63
Pintura intumescente contra el fuego	223,56	m ²	15,00	3.353,40
Hormigón zapatas HA-25	14,05	m ³	101,07	1.420,03
Acero para armado zapatas B 400 S	492,60	kg	1,77	871,90
Paneles sándwich con núcleo de poliuretano	802,76	m ²	45,60	36.605,86
Recubrimiento para columnas	60,00	m ²	35,75	2.145,00
			TOTAL	79.573,94

7. Poste publicitario

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Acero laminado S275 perfil SHS 260x12.5	2.202,14	Kg	2,31	5.086,94
Acero laminado S275 perfil SHS 150x10.0	5.108,97	Kg	2,31	11.801,73
Pintura intumescente contra el fuego	92,33	m ²	15,00	1.384,95
Hormigón zapatas HA-25	15,14	m ³	101,07	1.530,19
Acero para armado zapatas B 400 S	505,56	kg	1,77	894,84
			TOTAL	20.698,65

8. Poste de precios

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Monolito LED de 2 caras (150 x 450 cm, 6 m de altura)	1,00	-	15.679,56	15.679,56
			TOTAL	15.679,56

9. Solados y alicatados

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Pavimento interior edificio de microcemento gris	214,00	m ²	60,00	12.840,00
Alicatado azulejos de cerámica aseos (15 x 15 cm)	50,00	m ²	14,50	725,00
			TOTAL	13.656,00

10. Albañilería

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Placas pladur de yeso falso techo	264,00	m ²	35,89	9.474,96
Cubierta no transitable y autoprotegida de hormigón	264,00	m ²	43,54	11.494,56
Recibido de cercos en paredes exteriores	18,00	-	8,70	156,60
Ayuda albañilería climatización	264,00	m ²	4,55	1.201,20
Ayuda albañilería fontanería	264,00	m ²	3,98	1.050,72
Ayuda albañilería electricidad y alumbrado	264,00	m ²	7,44	1.964,16
Ayuda albañilería seguridad contra incendios	264,00	m ²	2,76	728,64
			TOTAL	26.070,84

11. Fontanería

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Acometida a red general municipal de agua	1,00	-	93,00	93,00
Contador abastecimiento de agua	1,00	-	560,99	560,99
Urinario mural blanco de porcelana vitrificada	2,00	-	483,80	967,60
Inodoro blanco de porcelana vitrificada (tanque bajo)	6,00	-	585,20	3.511,20
Lavabo blanco de porcelana vitrificada	5,00	-	510,07	2.550,35
Secamanos	4,00	-	333,26	1.333,04
			TOTAL	9.016,18

12. Carpintería y cerrajería

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Puerta automática de vidrio empotrada	1,00	-	2.255,25	2.255,25
Ventanales de aluminio (200 x 150 cm)	4,00	-	790,05	3.160,20
Vidrios de doble acristalamiento para ventanales	12,00	m ²	36,05	432,60
Puerta ciega de una hoja (exterior, salida de emergencia trasera)	1,00	-	431,61	431,61
Puerta ciega de una hoja (interior, lacado blanco, con premarco fijado al paramento)	3,00	-	272,79	818,37
			TOTAL	7.098,03

13. Instalación mecánica

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Depósito de 30.000 l de capacidad de doble pared, con detección de fugas y accesorios	3,00	-	12.611,13	37.833,39
Depósito de 50.000 l de capacidad de doble pared, con detección de fugas y accesorios	3,00	-	18.950,55	56.851,65
Arqueta boca de hombre	6,00	-	699,00	4.194,00
Tapa arqueta boca de hombre	6,00	-	755,89	4.535,34
Tubería PEAD con revestimientos 150 mm, instalación y accesorios	30,00	m	45,58	1.367,40
Tubería PEAD con revestimientos 80 mm, instalación y accesorios	220,00	m	33,46	7.361,20
Surtidor doble multiproducto E30W 42 de CETIL	3,00	-	15.667,80	47.003,40
Válvula sobrellenado	6,00	-	272,00	1.632,00
Válvula antirretorno	6,00	-	247,59	1.485,54
Conexiones e instalación recuperación de vapores Fase I	6,00	-	120,55	723,30
Arqueta antiderrame	6,00	-	494,71	2.968,26
Túnel de autolavado SoftLine ² Vario 18 m de WashTec	1,00	-	150.000,00	150.000,00
Lavado manual jetwash de WashTec	1,00	-	38.000,00	38.000,00
Equipo aire y agua de J.CRESPO	1,00	-	1.388,95	1.388,95
			TOTAL	355.344,43

14. Instalación eléctrica

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Cuadro general de protección y medida de hasta 63 A	1,00	-	156,14	156,14
Red de toma de tierra estructura	290,00	m	7,98	2.314,20
Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud	4,00	-	155,67	622,68
Cable eléctrico para baja tensión "PRYSMIAN GROUP"	65,00	m	2,95	191,75
Canalización de tubo curvable, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 40 mm de diámetro nominal	65,00	m	6,67	433,55
Red eléctrica de distribución interior para local de 264 m ² , compuesta de 2 circuitos para alumbrado, 2 circuitos para alumbrado de emergencia, 2 circuitos para tomas de corriente, 1 circuito para aire acondicionado, 1 circuito para calefacción eléctrica y 1 circuito para cierre automatizado	1,00	-	3.976,67	3.976,67
Luminaria LED empotrable OREGA N LINX	18,00	-	62,90	1.132,20
Luminaria LED Panel empotrable XELENT (baño y almacén)	10,00	-	58,90	589,00
Reflector LED ENDURA (Poste publicitario)	8,00	-	27,90	223,20
Farola LED SAMSUNG CHIP	10,00	-	99,90	999,00
Lámpara LED de emergencia SAFEBOY LED	7,00	-	1.400,00	9.800,00
			TOTAL	20.438,39

15. Señalización

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Señalización vertical, instalación completa	3,00	-	67,58	202,74
Señalización horizontal general (pintura reflectante)	9,00	-	110,87	997,83
Señalización horizontal plazas parking (pintura reflectante)	10,00	-	9,76	97,60
Señales prohibitivas estación	4,00	-	67,58	270,32
Carteles salida de emergencia (447 x 447 mm)	3,00	-	22,92	68,76
			TOTAL	1.637,25

16. Protección contra incendios

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Central de detección automática de incendios, convencional, microprocesada, de 4 zonas	1,00	-	312,26	312,26
Extintor 6 kg polvo seco 21 A	5,00	-	44,72	223,60
Extintor 50 kg de CO2 carro 89 A	1,00	-	276,91	276,91
Extintor 6 kg CO2 fuegos eléctricos	2,00	-	79,39	158,78
Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP4	6,00	-	34,44	206,64
Sirena electrónica interior, de color rojo, con señal acústica, potencia sonora de 100 dB a 1 m y consumo de 14 mA	1,00	-	60,84	60,84
Sirena electrónica exterior, de ABS color rojo, con señal óptica y acústica y rótulo "FUEGO"	2,0	-	83,91	167,82
			TOTAL	1.406,85

17. Zonas verdes

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Césped natural por sembrado	1.146,00	m²	15,00	17.190,00
			TOTAL	17.190,00

18. Climatización

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Bomba de calor aire-agua, para calefacción y refrigeración, potencia frigorífica nominal de 17,2 kW, potencia calorífica nominal de 19,7 kW	1,00	-	8.793,04	8.793,04
			TOTAL	8.793,04

19. Gastos generales y de gestión

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
14% del total en concepto de gastos extra, transportes, y suministros durante obra	1,00	-	122.674,55	122.674,55
			TOTAL	122.674,55

PARTE II: PRESUPUESTO GENERAL: RESUMEN

1. Resumen general del presupuesto

Número	Concepto	Importe (€)	Porcentaje (%)
1.	Preparación de la obra civil	5.629,50	0,56
2.	Movimiento de tierras	55.081,69	5,51
3.	Firmes y pavimentos	156.730,68	15,69
4.	Saneamiento	21.155,36	2,12
5.	Edificio principal	61.046,40	6,11
6.	Marquesina	79.573,94	7,97
7.	Poste publicitario	20.698,65	2,07
8.	Poste de precios	15.679,56	1,57
9.	Solados y alicatados	13.656,00	1,37
10.	Albañilería	26.070,84	2,61
11.	Fontanería	9.016,18	0,90
12.	Carpintería y cerrajería	7.098,03	0,71
13.	Instalación mecánica	355.344,43	35,57
14.	Instalación eléctrica	20.438,39	2,05
15.	Señalización	1.637,25	0,16
16.	Protección contra incendios	1.406,85	0,14
17.	Zonas verdes	17.190,00	1,72
18.	Climatización	8.793,04	0,88
19.	Gastos generales y de gestión	122.674,55	12,28
	TOTAL	998.921,34	

EL PRESUPUESTO DEL PRESENTE PROYECTO ASCIENDE A UN TOTAL DE NOVECIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS VEINTIÚN EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS _____

Madrid, junio de 2023

Fdo. Alejandro Ruiz Gutiérrez