



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014/ 2015

DISEÑO Y CÁLCULO DE NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 2: MEMORIA

DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO

NOMBRE: ALEX

APELLIDOS: CEBADERO GONZÁLEZ

FDO.:

FECHA:

DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA

NOMBRE: ALEX

APELLIDOS: MARCOS RODRÍGUEZ

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

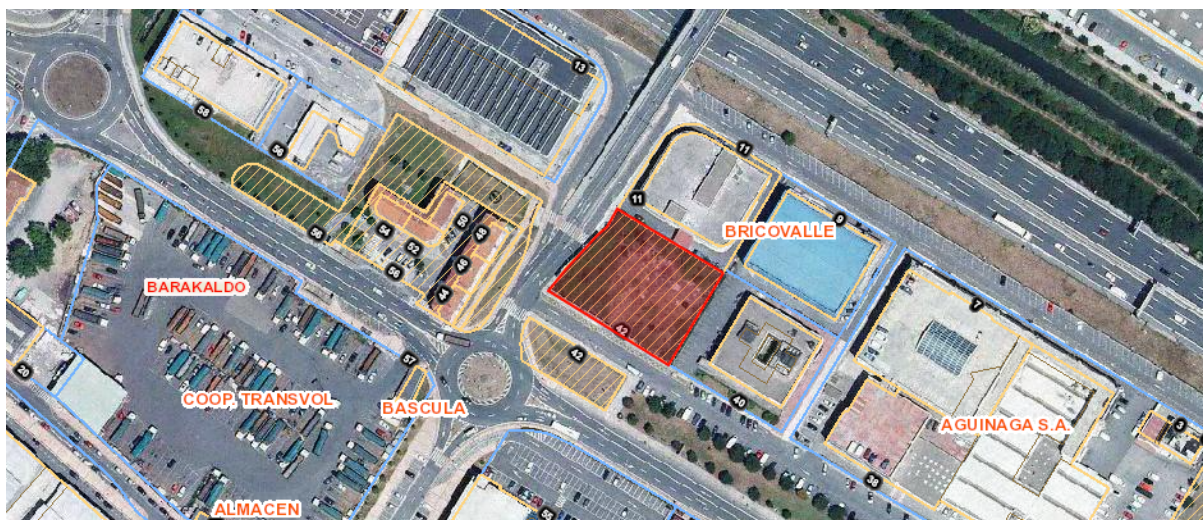
FECHA:

1. OBJETO DEL PROYECTO	6
2. ALCANCE DEL PROYECTO	8
3. ANTECEDENTES	10
4. MEMORIA CONSTRUCTIVA	11
4.1. Trabajos previos	11
4.2. Excavación y cimentación	11
4.3. Red de saneamiento	11
4.4. Solera	12
4.5. Estructura metálica	12
4.6. Placas de anclaje	13
4.7. Forjado	13
4.8. Escaleras	13
4.9. Cerramientos de cubierta y fachada	13
4.10 Particiones interiores	14
4.11. Cerramientos exteriores	14
4.12. Acceso a la nave	14
5. NORMAS Y REFERENCIAS	15
5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	15
5.2. Bibliografía	20
5.3. Programas de cálculo y diseño	21
5.4. Plan de gestión de la calidad	21
6. REQUISITOS DE DISEÑO	22
7. ANALISIS DE SOLUCIONES	23
7.1. Tipo de cubierta	23
7.2. Cerramientos de fachadas	23
7.3. Correas	23
7.4. Pórticos	24
7.5. Otros elementos estructurales	25
7.6. Uniones	26
8. RESULTADOS FINALES	26
8.1. Tipo de cubierta	26

8.2. Cerramientos de fachadas	26
8.3. Correas	27
8.4. Pórticos	27
8.5. Otros elementos estructurales	28
8.6. Uniones	29
9. PLANIFICACIÓN DE OBRA	30
10. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	32

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del siguiente proyecto consiste en diseñar una nave industrial para satisfacer las necesidades de la empresa AIRSA, S.A., que ha decidido cambiar su sede para modernizar, renovar y ampliar sus instalaciones. La nueva localización se sitúa en el Polígono Industrial Kareaga de Barakaldo. Dicho terreno fue adquirido por la empresa para llevar a cabo el proyecto de la nueva sede.



La empresa AIRSA, S.A., se dedica al diseño y fabricación de piezas para la industria aeronáutica. Debido al aumento de volumen de trabajo, la empresa tiene intención de ampliar la maquinaria y disponer de un almacén para tener productos en stock, necesitando un pabellón mas amplio.

La idea de tal proyecto surge para responder las necesidades de la empresa:

- Pabellón de escasas dimensiones que limita la gran demanda de producción.
- Ausencia de almacén con piezas en stock, lo que ralentiza el tiempo de salida de los pedidos de los clientes.
- Nave antigua, con instalaciones eléctricas, saneamientos, solera, cubierta, etc. deterioradas.

El edificio industrial dispondrá de varias zonas divididas. Zona de producción, zona de almacén y zona de oficinas y vestuarios. La zona de producción contará además con un puente grúa con una capacidad de 5 Tn.

Esta obra de edificación es de nueva construcción, por lo que se aplica el Código Técnico de la Edificación (CTE), así como cada uno de sus documentos básicos que

completan el CTE. Se han seguido estos documentos en el proyecto, en la construcción de la obra, en el mantenimiento y la conservación del edificio y las instalaciones de la nave.

El edificio está compuesto por tres naves diferentes y de varios tamaños. Una de ellas albergará el taller de fabricación, que incluirá la grúa puente; se diseñará otra nave para uso exclusivo de almacenaje de piezas fabricadas; la siguiente nave y de menores dimensiones, dispondrá de oficinas, vestuarios y comedor distribuido en dos alturas. En su totalidad dispone de 1.200 m² de superficie.

2. ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del proyecto es el diseño de una nave industrial a partir de unas necesidades anuales de producción. Para ello se han dimensionado los espacios e instalaciones atendiendo a la actividad concreta de producción de piezas destinadas a la aeronáutica.

Los documentos que definen la obra acorde con la norma UNE 157001:2002 son: la presente memoria, anexos, planos, pliego de condiciones, presupuesto y estudios con entidad propia. Estos documentos se complementan mutuamente.

En la memoria se describirán los datos de partida y necesidades productivas para el dimensionado de espacios, los detalles constructivos e instalaciones. Los anexos incluirán todos los cálculos y resultados obtenidos para el cálculo de la estructura e instalaciones. En los planos se definirá la situación y el emplazamiento de la obra, la estructura y detalles constructivos completos y las instalaciones. El pliego de condiciones constará la ejecución de obras, las características técnicas particulares que deben cumplir los materiales y las unidades de obra, así como las disposiciones económicas y facultativas. En el presupuesto se definirá, especificando su medición, las unidades de obra completa mediante el cuadro de descompuestos y el presupuesto parcial. Los estudios con entidad propia lo constituyen los siguientes documentos: Estudio de Seguridad y Salud, Plan de Control de Calidad, Estudio de Gestión de los Residuos en Obra y un Plan de Prevención Contra Incendios.

Se han diseñado los espacios en función del sistema de producción de la empresa, respetando zonas de almacenaje de materias primas, zonas de stock y zona de producción dividida en varias secciones con la maquinaria necesaria para la producción.

A partir de la normativa aplicable y los métodos de cálculo necesarios, expuestos en los anexos correspondientes, se ha definido la estructura, acabados e instalaciones de la edificación para el uso concreto y capacidad de producción de la empresa de fabricación de piezas de aeronáutica.

La estructura y la cimentación de la edificación se ha calculado y definido mediante el soporte informático CYPE y sus módulos correspondientes. En el anexo correspondiente se han verificado los resultados de cálculo con sus respectivas comprobaciones.

Como instalaciones se entienden la instalación de protección contra incendios y de suministro y evacuación de aguas. No forma parte del presente proyecto la instalación eléctrica, tampoco la ventilación de vestuarios y fabrica, ni la climatización de las oficinas.

La instalación de protección contra incendios se ha dimensionado de acuerdo con el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Se han definido las exigencias que los materiales de construcción deben tener para reducir a límites aceptables el riesgo de propagación interior y exterior del fuego, así como los medios adecuados para la evacuación de ocupantes.

Las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, se han diseñado acorde con el CTE DB-HS Salubridad, y se calculado y definido en los planos a partir de las necesidades de los diferentes espacios. La instalación de suministro de agua dispondrá de agua caliente y fría, ajustándose a las necesidades de los elementos de salubridad. La instalación de evacuación de aguas está dividida en dos apartados, la evacuación de aguas fecales, y la evacuación de aguas pluviales.

Se han definido los cerramientos, compartimentaciones y acabados y sus características técnicas de protección frente al ruido, aislamiento térmico y protección contra incendios, en los casos que resulta necesario.

3. ANTECEDENTES

La nave industrial del presente proyecto estará situada en un solar abandonado, en un entorno industrializado, bien ubicado y comunicado, con los accesos a la autopista A-8 a menos de 2 minutos.

La parcela tiene una superficie de 2.382,92 m² con un perímetro de 197,85 metros bastante nivelada, pero con bastante maleza en las tierras, por lo que únicamente será necesario la retirada de esta capa de tierra. Esta parcela tiene parcelas colindantes en dos frentes, exactamente en los frentes sureste y noreste. En los frentes suroeste y noroeste colindará con la vía pública, por lo que será necesario un cerramiento.

Se ha aplicado la siguiente normativa para la justificación urbanística, ORDENANZA OR-7 INDUSTRIAL TERCIARIO AISLADO del Ayuntamiento de Barakaldo.

Esta ordenanza exige una serie de parámetros urbanísticos. La superficie mínima tiene que ser de 1000 m², el frente mínimo de parcela de 20 metros y el porcentaje máximo de ocupación de la parcela del 70%.

Se cumplen todos los parámetros, la superficie de la parcela es de 2.382,92 m² > 1000 m², el frente de menores dimensiones de la parcela es de 43,69 metros y la ocupación de la parcela es de 1056 m², por lo que entra dentro del límite establecido (1668,004 m²).

La altura máxima de construcción se establecen en 12 metros y la edificabilidad es de 0,85 m²c/m² (2025,48 m²). El edificio del presente proyecto cumple estos dos parámetros, ya que la altura máxima de cumbrera es de 11,05 metros y la nave tiene 1.200 m² construidos.

4. MEMORIA CONSTRUCTIVA

4.1. Trabajos previos

Se precisa realizar un desbroce y limpieza de la parcela, con la maquinaria adecuada, debido a la abundancia de la maleza.

No presenta desniveles, por lo que no es necesario realizar un movimiento de tierras para eliminar la diferencia de cotas.

De forma seguida se procederá al replanteo y señalización de las zanjas y pozos de cimentación y de saneamiento antes de ser excavados, siempre de acuerdo con el documento de planos.

4.2. Excavación y cimentación

Se procederá a la excavación de las zapatas, vigas de atado, conductos de saneamientos y arquetas, mediante medios mecánicos, con extracción de tierras a bordes, para su posterior transporte a vertedero. La excavación de pozos y zanjas se realiza también por medios mecánicos, entibando si fuera necesario o incluso realizando el agotamiento de agua que pudiera existir en la excavación.

Toda la cimentación se realiza con hormigón armado HA-25, consistencia plástica, con tamaño máximo del árido de 40 mm, para ambiente normal, elaborado en central. El vertido del hormigón se realiza por medios manuales, igual que el vibrado y su colocación.

Para la limpieza y nivelado de fondos de cimentación se utiliza un hormigón en masa HL-150/P/20 de dosificación de 150kg/m^3 , con tamaño máximo del árido de 20 mm elaborado en central.

En este proyecto se distinguen varios tipos de cimentaciones, que se pueden distinguir en los planos correspondientes.

4.3. Red de saneamiento

Se construirán las arquetas previstas y los conductos necesarios sobre el terreno, para la instalación de abastecimiento y evacuación de aguas tanto pluviales como fecales.

Para la evacuación de aguas pluviales se dispondrán de canalones en cubierta para recoger el agua precipitada y después evacuarla por las bajantes correspondientes ubicadas en la fachadas del edificio.

4.4. Solera

Se ha previsto una solera de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm², tamaño máximo del árido de 20 mm, elaborado en obra. Para el vertido y la colocación se dispondrá de un armado con mallazo 15 x 15 x 6.

Debido a las dilataciones y contracciones que sufrirá la solera es necesario realizar una serie de cortes que harán de junta de dilatación. Estas juntas de dilatación se sellarán con silicona en obra.

Para mejorar el acabado de la solera, se provisionará de un encachado de piedra caliza 40/80 de 15 cm de espesor, extendido y compactado con pisón.

4.5. Estructura metálica

La estructura será metálica. Constará de tres naves unidas, siendo la primera y mas grande la principal que está destinada para el uso de la zona de fabricación de 672 m². La nave secundaria es de menores dimensiones, 240 m², será utilizada con fines de almacenaje. Estas dos naves unidas entre sí, son diáfanas, no existe ningún cerramiento que impida el paso entre ellas. La tercera nave es la de menores dimensiones, pero dispone de dos niveles, 144 m² cada nivel. Esta nave si que llevará cerramiento lateral para separarlo con el resto del edificio. El acceso a la planta baja se realizara mediante una puerta en el interior del edificio, mientras que el acceso a la segunda planta será necesario subir las escaleras ubicadas dentro de la nave principal. La planta baja de la nave dispondrá de vestuarios, comedor y baños completos, con ducha incluida; mientras que la planta primera albergará las oficinas, donde estará dividida en diferentes departamentos.

La nave principal constará de 8 pórticos a dos aguas con 24 metros de luz medida desde el exterior de la nave, siendo la separación de ellos de 4 metros con una longitud total de 28 metros. Los pilares tendrán una altura de 10 metros y una altura máxima de cumbrera de 11,05 metros, con lo que se tiene una pendiente de 8,75%.

La nave destinada a almacén de piezas fabricadas se conformará con 6 pórticos a dos aguas con una luz de 12 metros, con una separación entre pórticos de 4 metros, que forman una longitud total de 20 metros. Los pilares de esta nave tendrán una altura de 10 metros también y una altura máxima de cumbrera de 10,525 metros, con una pendiente de 8,6%.

La nave con dos alturas se ha diseñado con 3 pórticos, pero en este caso a un agua con una pendiente del 8,7%. La luz de este pórtico es de 18 metros, con una separación entre ellos de 4 metros también, con un fondo de 8 metros. La entreplanta estará a una altura de 3 metros y la altura de los pilares son de 7 metros con una altura máxima de cumbrera de 8,575 metros.

Todas las estructuras del proyecto se harán con acero laminado S-275.

4.6. Placas de anclaje

Los pilares estarán empotrados en su base, soldados a la placa de anclaje, que va unida a unos pilares de hormigón armado mediante pernos, según los planos correspondientes. Se han previsto estos pilares de hormigón para descender la cota de la cimentación y así se instale correctamente la red de saneamiento.

El material empleado para las placas de anclaje será el mismo que se ha utilizado en la estructura del edificio, acero laminado en caliente S-275.

En este proyecto se distinguen varios tipos de placas de anclaje, que se pueden distinguir en los planos correspondientes.

4.7. Forjado

Para el forjado se ha buscado una solución con paneles de hormigón armado prefabricado, para facilitar el montaje y agilizar el proceso de construcción.

4.8. Escaleras

Para el acceso a las oficinas se ha previsto de una escalera prefabricada metálica de una altura situada dentro del edificio. Ver plano correspondiente.

4.9. Cerramientos de cubierta y fachada

La solución que se ha optado para el cerramiento de la cubierta y la fachada es mediante paneles sándwich prefabricados, montados sobre correas.

Este tipo de fachadas es muy ligero, por lo que el cerramiento será muy ligero y no incidirá negativamente sobre la estructura de la nave.

En la fachada a parte del cerramiento de panel, tendrá un muro perimetral a toda la estructura de 2 metros de altura, fabricado en hormigón armado prefabricado.

4.10. Particiones interiores

Se levantarán tabiques para los aseos, vestuarios, comedor, oficinas. Estos tabiques estarán formados por una hoja de ladrillo cerámico hueco sencillo de gran formato.

Se formará un falso techo continuo en la nave de oficinas y vestuarios, constituido por paneles rígidos de poliestireno extruido.

4.11. Cerramientos exteriores

En la parcela en la cual se realizarán las obras quedará, una vez construido el edificio proyectado, una amplia zona sin edificar. Esta zona será asfaltada y acondicionada para el paso y aparcamiento de vehículos, así como estacionamiento.

El cierre perimetral de la parcela se realizará mediante el levantamiento de un verja con plantación vegetal, de tal manera que esta sea opaca de 2 metros de altura, cumpliendo así con la normativa urbanística.

Este cierre tendrá un único acceso por la zona frontal de la nave, orientación (suroeste).

4.13. Acceso a la nave

La nave dispondrá de cuatro puertas de iguales dimensiones, 3 metros de ancho por 5 metros de alto. Dos puertas en la nave principal en la fachada con orientación suroeste, que serán las puertas principales de acceso al edificio, tanto de personal como de camiones para descargar la material prima. Las otras dos puertas están situadas en la fachada noroeste, y solo se utilizarán para la carga de productos acabados.

5. NORMAS Y REFERENCIAS

5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

En este apartado se presenta la normativa que se debe aplicar a un proyecto de cálculo y diseño de una nave industrial. Las exigencias de la normativa deben cumplirse tanto en el proyecto, como en la construcción del edificio, el mantenimiento y la conservación del edificio y sus instalaciones.

El principal marco normativo a seguir es el **Código Técnico de la Edificación (CTE)**, ya que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de Ordenación de la Edificación (LOE).

El CTE está compuesto por varios Documentos Básicos (DB), que son textos de carácter técnico que se encargan de trasladar al terreno práctico las exigencias detalladas en la primera parte del CTE. Cada uno de los documentos incluye los límites y la cuantificación de las exigencias básicas y una relación de procedimientos que permiten cumplir los requisitos.

Los Documentos Básicos son los siguientes:

- **DB SE: Seguridad estructural.** Está compuesto a su vez de cinco documentos:
 - ✓ **DB SE-AE: Acciones en la edificación**

El campo de aplicación de este Documento Básico es el de la determinación de las acciones sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE.

Están fuera del alcance de este Documento Básico las acciones y las fuerzas que actúan sobre elementos tales como aparatos elevadores o puentes grúa, o construcciones como los silos o los tanques.

En general, las fuerzas de rozamiento no se definen en este Documento Básico, ya que se consideran como efectos de las acciones.

Salvo que se indique lo contrario, todos los valores tienen el sentido de característicos.

Los tipos de acciones y su tratamiento se establecen en el DB-SE

- ✓ **DB SE-A: Estructuras de acero**

Este DB se destina a verificar la seguridad estructural de los elementos metálicos realizados con acero en edificación. No se contemplan, por tanto, aspectos propios de otros campos de la construcción (puentes, silos, chimeneas, antenas, tanques, etc.). Tampoco se tratan aspectos relativos a elementos que, por su carácter específico, requieren consideraciones especiales.

Este DB se refiere únicamente a la seguridad en condiciones adecuadas de utilización, incluidos los aspectos relativos a la durabilidad, de acuerdo con el DB-SE. La satisfacción de otros requisitos (aislamiento térmico, acústico, resistencia al fuego) quedan fuera de su alcance. Los aspectos relativos a la fabricación, montaje, control de calidad, conservación y mantenimiento se tratan, exclusivamente, en la medida necesaria para indicar las exigencias que se deben cumplir en concordancia con las hipótesis establecidas en el proyecto de edificación.

✓ **DB SE-F:** Estructuras de fábrica

El campo de aplicación de este DB es el de la verificación de la seguridad estructural de muros resistentes en la edificación realizados a partir de piezas relativamente pequeñas, comparadas con las dimensiones de los elementos, asentadas mediante mortero, tales como fábricas de ladrillo, bloques de hormigón y de cerámica aligerada, y fábricas de piedra, incluyendo el caso de que contengan armaduras activas o pasivas en los morteros o refuerzos de hormigón armado.

✓ **DB SE-M:** Estructuras de madera

El campo de aplicación de este DB es el de la verificación de la seguridad de los elementos estructurales de madera en edificación.

La satisfacción de otros requisitos (aislamiento térmico, acústico, o resistencia al fuego,) quedan fuera del alcance de este DB. Los aspectos relativos a la fabricación, montaje, control de calidad, conservación y mantenimiento se tratan en la medida necesaria para indicar las exigencias que se deben cumplir en concordancia con las bases de cálculo.

✓ **DB SE-C:** Cimentaciones

El ámbito de aplicación de este DB-C es el de la seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio, de los elementos de cimentación y, en su caso, de contención de todo tipo de edificios, en relación con el terreno, independientemente de lo que afecta al

elemento propiamente dicho, que se regula en los Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE.

- **DB SI: Seguridad en caso de incendio**

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SI 1 a SI 6. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad en caso de incendio".

- **DB SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad**

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SUA 1 a SUA 9. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad".

- **DB HS: Salubridad**

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de salubridad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HS 1 a HS 5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente".

- **DB HE: Ahorro de energía**

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir el requisito básico de ahorro de energía. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 1 a HE 5, y la sección HE 0 que se relaciona con varias de las anteriores. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Ahorro de energía".

- **DB HR: Protección frente al ruido.**

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido. La correcta aplicación del DB supone que se satisface el requisito básico "Protección frente al ruido".

➤ **REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.**

Este reglamento tiene por objeto de conseguir un grado suficiente de seguridad en caso de incendio en los establecimientos e instalaciones de uso industrial.

La presencia del riesgo de incendio en los establecimientos industriales determina la probabilidad de que se desencadenen incendios, generadores de daños y pérdidas para las personas y los patrimonios, que afectan tanto a ellos como a su entorno.

➤ **Instrucción de hormigón estructural EHE-08**

Será de obligado cumplimiento la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08, en la que se proporcionan procedimientos que demuestran su cumplimiento con suficientes garantías técnicas. Además, es obligatorio el cumplimiento de la INSTRUCCIÓN PARA LA RECEPCIÓN DE CEMENTOS (RC- 08), según Real Decreto 956/2008 de 6 de Junio, el cual define las prescripciones técnicas generales que deben satisfacer los cementos y los métodos de ensayo para comprobarlas, para su recepción en las obras de construcción, en las centrales de fabricación de hormigón y en las fábricas de productos de construcción en cuya composición se incluya el cemento.

➤ **NTE. Normas Tecnológicas de la Edificación**

Regulan cada una de las actuaciones que intervienen en el proceso edificatorio: diseño, cálculo, construcción, control, valoración y mantenimiento.

No son de obligado cumplimiento, sino recomendaciones.

➤ **NTE-CSZ Cimentaciones Superficiales. Zapatas**

Zapatas de hormigón en masa o armado con planta cuadrada o rectangular como cimentación de soportes verticales pertenecientes a estructuras de edificación, sobre suelos homogéneos de estratigrafía sensiblemente horizontal.

➤ **NTE-RSS – Revestimiento de Suelos: Soleras**

La norma NTE-RSS/1973 regula las actuaciones de diseño, construcción, control, valoración y mantenimiento, encontrándose comprendida en el anexo de la clasificación sistemática del Decreto 3565/1972 bajo los epígrafes de «Revestimientos de suelos: Soleras».

➤ **NTE-ISS – Instalaciones de Salubridad: Saneamiento**

La norma NTE-ISS/1973 regula las actuaciones de diseño, calculo, construcción, control, valoración y mantenimiento, y se encuentra comprendida en eel anexo de la clasificación sistemática del Decreto 3565/1972, bajo los epígrafes de “Instalaciones de Salubridad: Saneamiento”.

➤ **UNE 76201-88. Puentes Grúa.**

La presente norma tiene por objeto fijar las bases de cálculo específicas para los caminos de rodadura de puentes grúa realizados en construcción metálica. Estas bases complementan las generales que se adopten para las estructuras metálicas de edificios e instalaciones de las que formen parte los caminos de rodadura.

➤ ***REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.***

El artículo 45 de la Constitución Española establece el derecho de todos los ciudadanos a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo y la obligación de los poderes públicos de velar por la utilización racional de los recursos naturales con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente.

➤ **Normas generales de la Edificación y los usos en el municipio de Barakaldo (Vizcaya)**

5.2. Bibliografía

Libros:

- ARGÜELLES, R. [et al.]. Estructuras de acero 1: Cálculo. Madrid: Bellisco, 2005.
- ARGÜELLES, R. [et al.]. Estructuras de acero 2. Uniones y sistemas estructurales. Madrid: Bellisco, 2007. ARNEDO, A. Naves industriales con acero. Madrid: APTA, 2009.
- GALLEGO MOYA, A.; GARCIMARTIN MOLINA, M.A.; MASSANA GUITART, J. Prontuario de perfiles de acero. Departamento de construcciones y vías rurales. Madrid: UPM, 2008.
- MONFORT, J. Estructuras metálicas para edificación: adaptado al CTE. Valencia: Servicio de Publicaciones UPV, 2006.
- Apuntes teórico-prácticos. Estructuras y construcciones industriales. Departamento de mecánica. UPV/EHU. 2013.

Paginas web:

- www.constructalia.com
- www.bizkaia.net
- www.barakaldo.org
- www.boe.es
- www.codigotecnico.org
- www.fomento.es
- www.aenor.es
- www.cype.es
- www.normativaconstruccion.com

Prontuarios y catálogos

- Prontuario de paneles “MetalPanel”
- Prontuario de grúas puente ABUS
- Ficha Cofradal 200 (Forjado)

- Prontuario de paneles Ondatherm

5.3. Programas de cálculo y dibujo

CYPE

Para la realización de los cálculos de ha optado por la utilización del programa de calculo de “CYPE”. Dentro de este programa se han utilizado varios módulos. El modulo de generador de pórticos y el modulo Nuevo Metal 3D.

CESPLA

Para determinador cálculos mas sencillos, se ha utilizado el programa informático CESPLA desarrollado por la Universidad de Navarra.

AutoCAD

Programa de dibujo en 2D por ordenador para la realización de planos.

5.4. Plan de gestión de la calidad

El Código Técnico de la Edificación (CTE) establece las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

El CTE determina, además, que dichas exigencias básicas deben cumplirse en el proyecto, la construcción, el mantenimiento y la conservación de los edificios y sus instalaciones.

La comprobación del cumplimiento de estas exigencias básicas se determina mediante una serie de controles: el control de recepción en obra de los productos, el control de ejecución de la obra y el control de la obra terminada.

6. REQUISITOS DE DISEÑO

En este apartado se tendrán en cuenta las bases y datos establecidos por el cliente; por la legislación, reglamentación y normativa aplicables; el emplazamiento, y su entorno socio-económico y ambiental; los interfaces con otros sistemas, elementos externos al Proyecto u otros que condicionan las soluciones técnicas del mismo.

El principal requisito que debe cumplir este edificio es cumplimentar toda la normativa establecida por la ordenanza del ayuntamiento de Barakaldo en cuanto a edificación.

El resto de requisitos se han cumplido según las normativas vigentes y las necesidades del cliente.

7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Se ha tomado como solución constructiva calcular y diseñar una estructura metálica, por las grandes ventajas que supone en cuanto a tiempos de montaje en obra, ya que muchos de sus elementos pueden ser preparados en taller y trasladándolos a obra prácticamente terminados, lo que reduce el tiempo de duración de la obra.

La mayoría de los elementos elegidos como solución, son prefabricados, por la rapidez de colocación en obra.

7.1. Tipo de cubierta

Se tendrá en cuenta las ventajas y desventajas de los tipos de cubierta diferente. Se han adoptado varios tipos de cubierta, siendo las dos naves principales a dos aguas y la nave destinada a oficinas a un agua.

Se han barajado varias soluciones para soportar la cubierta sobre los pórticos. Una es mediante correas y la otra mediante un forjado. Se elige la primera debido a su inferior peso respecto a la otra opción.

En caso de colocar un forjado para el cerramiento de cubierta del edificio, incrementaría el peso del cerramiento, por lo que sería necesario reforzar la estructura principal, por lo tanto, se descarta esta opción, ya que es un gasto innecesario, ya que el cerramiento de cubierta ligera cumple perfectamente las exigencias.

7.2. Cerramientos de fachada

Se realiza el diseño de la fachada de tal manera que la imagen del exterior del edificio sea una imagen moderna. Por lo que se realizará un cerramiento con un muro perimetral de 2 metros de altura con paneles de hormigón armado prefabricado y el resto mediante paneles sándwich sujetos mediante correas.

7.3. Correas

Se considera como principal opción la colocación de correas para soportar los cerramientos. Las correas son ligeras, por lo que no aportaría peso notable sobre la estructura.

Las correas laterales son perimetrales, es decir, rodearán toda la estructura y se colocarán mediante tornillos autorroscantes. En cambio, las correas de cubierta únicamente ocuparán la zona del cerramiento superior.

Estas correas puede que sean de dimensiones diferentes, ya que no son las mismas acciones las que interfieren en la fachada y en la cubierta, por lo que se estudiarán por separado.

7.4. Pórticos

Se estudian dos casos para los pórticos de la estructura. Una solución es unir los dos pilares mediante dinteles de viga en celosía, la otra sería mediante perfiles de alma llena.

La solución de utilización de perfiles de alma llena es mas sencilla, lo que reduciría el tiempo de cálculo en el proyecto.

En caso de elegir un dintel en forma de celosía, supondría una pérdida de tiempo calcular, optimizar y dimensionar la celosía completa, en cambio utilizando perfiles de alma llena el cálculo es sencillo, únicamente será necesario calcular dicha viga.

También se destaca la amplitud de espacio que daría en el interior de la nave, ya que la celosía reduciría la altura útil del edificio, y posiblemente el puente grúa sería necesario descenderlo de altura, reduciendo su altura de gancho.

7.5. Otros elementos estructurales

Arriostramientos

Los elementos de arriostramiento tienen como finalidad formar un sistema estable para resistir las cargas longitudinales e impedir los desplazamientos, también longitudinalmente de la nave, inmovilizando además en las secciones arriostradas las cabezas de las vigas o los cordones superiores de las celosías.

Generalmente se adopta una triangulación en cruz de San Andrés.

Se dispondrán arriostramientos tanto en los laterales como en la cubierta para garantizar la inmovilización de la estructura.

Pilarillos

En los pórticos hastiales, se colocarán pilarillos que soporten directamente las solicitaciones provocadas por el viento que recibe el cerramiento, trasladándolas a la viga contraviento y a la cimentación.

Será necesario estudiar la posición del perfil del pilar, ya que hay que ajustarse a las necesidades. Por lo que será necesario orientarlos con su eje fuerte, para resistir mayores esfuerzos incidentes en la estructura.

Vigas de atado

Las vigas de atado son perfiles que se disponen entre pórticos a lo largo de toda la longitud de la nave, de manera que ayudan a transmitir los esfuerzos longitudinales hasta los elementos de estabilización y evitan los desplazamientos en las cabezas de los pilares.

Las vigas de atado serán de una sección reducida, ya que no interesa que aumenten el peso de la estructura.

7.6. Uniones

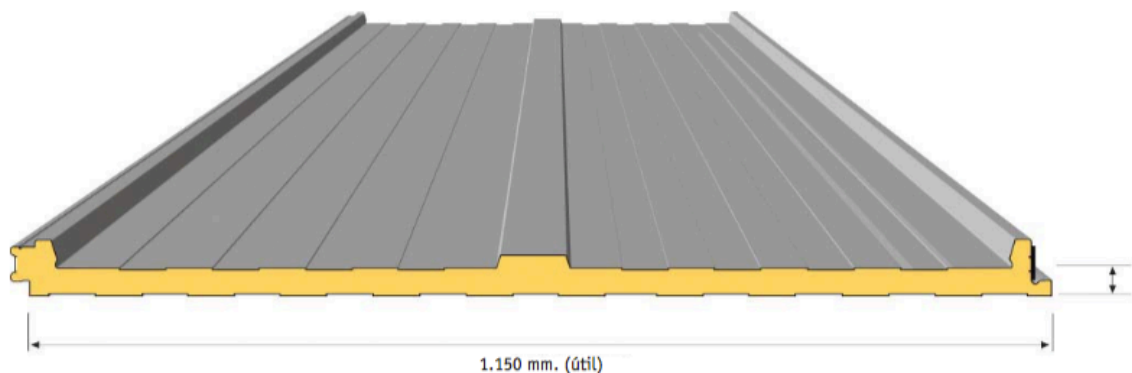
Las uniones que se den en la nave serán soldadas o atornilladas dependiendo de su rigidez rotacional y donde se proceda a su montaje, se intentará realizar el mínimo número posibles de soldaduras en la obra, puesto que, aumentaría el peso de la estructura y el tiempo de montaje.

Lo más sencillo para su montaje son las uniones atornilladas. Si se utilizan uniones soldadas, como ya vienen soldadas de fábrica, es posible que sea necesario modificar o cortar alguna que otra barra para su correcto ensamblaje. Para evitar ese tipo de problemas, las uniones se calcularán para su montaje mediante tornillería.

8. RESULTADOS FINALES

8.1. Tipo de cubierta

Se ha elegido para el cerramiento de cubierta un panel Ondatherm 1150 C de la marca Arval con un espesor nominal de 80 mm.



Esta solución de cubierta estará sujeta mediante correas ancladas a los pórticos que se unen mediante éstas.

8.2. Cerramientos de fachada

El panel escogido para el cerramiento de la fachada es un panel de fachada estándar de la marca Metalpanel. Es un panel con acabado convencional y económico para cerramientos de fachada. Para la suportación de los paneles es necesario el uso de correas, al igual que en el cerramiento de cubierta.



8.3. Correas

Finalmente se elige un perfil IPE como solución para las correas que sujetan los paneles de cubierta y de fachada. Es un perfil estable, ligero y común, por lo que es económico.

Para el cerramiento de cubierta se disponen de perfiles IPE 120, mientras que para el cerramiento de fachada un perfil con una sección mayor, IPE 140.

8.4. Pórticos

La estructura de la nave conjunta está compuesta por 8 pórticos empotrados en su base, compuestos todos ellos de acero S-275 y con una separación de 4 metros entre ellos.

Se dan varios tipos de pórticos. Éstos quedan definidos en los planos.

8.5. Otros elementos estructurales

Viga carril

La viga carril se comportará como una viga continua a lo largo de 7 vanos de la nave principal con un recorrido de 28 metros. La capacidad del puente grúa es de 5 Tn con una luz de 24 metros.

Arriostramientos

Se ha adoptado para los arriostramientos en forma de cruz de San Andrés un perfil circular de diámetro 20 mm, tanto en cubierta como en los entramados laterales.

No se ha arriostrado la fachada frontal ni trasera, únicamente las fachadas laterales y la cubierta.

Se ha arriostrado la estructura de tal manera que se garantiza la que la estructura no se darán desplazamientos.

Pilarillos

Se han dispuesto de pilarillos en los pórticos hastiales, de perfil HEB 220. Los pilarillos se colocarán cada 6 metros.

Los pilarillos se colocarán a 90° con respecto al resto de pilares, de tal modo que se trabaje con su eje fuerte de sección, de tal manera que se puede reducir la sección del pilar y ahorrar coste y peso.

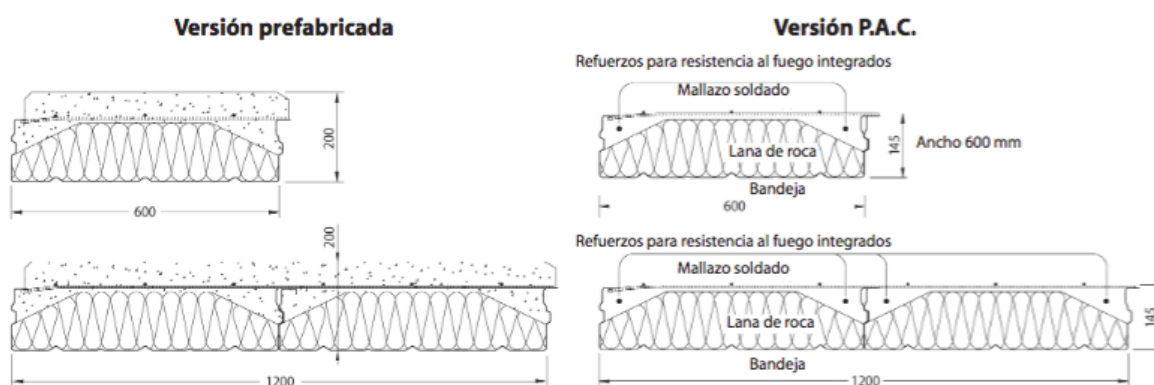
Vigas de atado

Todas las vigas de atado de la estructura tienen un perfil IPE 140, un perfil bastante ligero para no aumentar el peso de la estructura.

Forjado

Se realiza el forjado con paneles de la marca COFRADAL 200.

Es un sistema de forjado mixto acero-hormigón, prefabricado en fábrica y listo para colocar. La ausencia de apuntalamiento, de todo hormigón añadido y una gran rapidez de colocación hacen de este forjado una solución económica. La presencia de lana de roca confiere además de la calidad mecánica, rendimientos térmicos, acústicos y de resistencia al fuego.



Saneamiento

Se ha diseñado una instalación completa para la evacuación de aguas residuales y pluviales, calculando las dimensiones necesarias para su correcto funcionamiento.

Toda la instalación de recogida será evacuada en mediante las arquetas y colectores, después de las arquetas serán trasladadas a la red de saneamiento del municipio.

8.6. Uniones

Las uniones se ha resuelto mediante uniones atornilladas, facilitando el montaje el obra y ahorrando en tiempos de la construcción del edificio. Las pocas uniones soldadas que existan, se realizarán en taller.

Será necesario disponer de rigidizadores para garantizar la estabilidad de las uniones y de placas de chapa para la colocación de tornillos y realizar las uniones entre barra y barra.

9. PLANIFICACIÓN DE OBRA

Este punto de la gestión interna se realiza para obtener un buen control de todos los bloques anteriores del proyecto, en relación a la calidad, economía y frente al factor más importante, el plazo de ejecución de la obra ya que el no terminar la obra a tiempo esta penalizado.

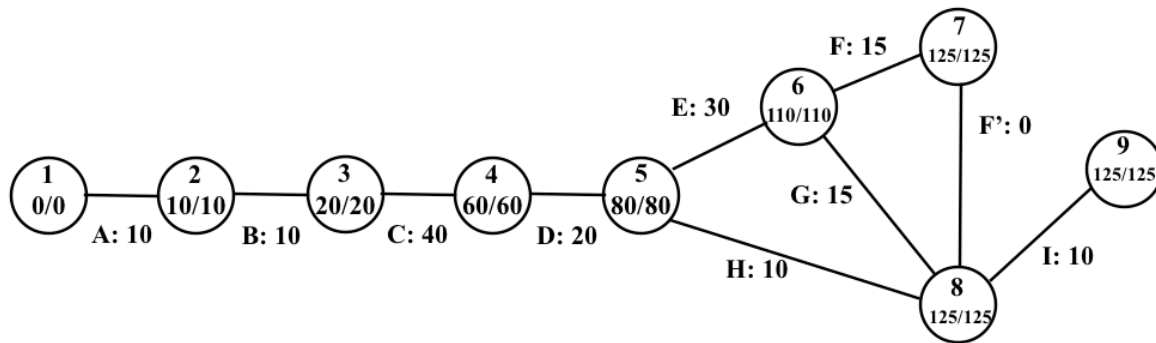
Para ello se utilizará la técnica del grafo pert.

Cuadro de duración de las actividades

	Actividades	Duración
A	Movimiento de Tierras	10 días
B	Cimentación	10 días
C	Estructura y cubierta	40 días
D	Cerramientos	20 días
E	Albañilería	30 días
F	Fontanería y Saneamiento	15 días
G	Revestimiento, solerías y alicatados	15 días
H	Carpintería	10 días
I	Pintura	10 días

Cuadro de relaciones de las actividades

Actividad	Precedentes
A	-
B	A
C	B
D	C
E	D
F	E
G	E
H	D
I	F, G, H

Grafo

Después de realizar el estudio del grafo pert, se llega a la conclusión de hay una serie de actividades que hay que vigilar con mucho más rigor que otras, ya que un retraso en ellas podría provocar que el proyecto no se ejecutara en el plazo previsto.

10. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

<u>CAPÍTULO</u>	<u>DENOMINACIÓN</u>	<u>IMPORTE</u>
Capítulo 1	Movimiento de Tierras	3.959,77 €
Capítulo 2	Red de Saneamiento	5.191,67 €
Capítulo 3	Cimentaciones	64.581,64 €
Capítulo 4	Estructura Metálica	69.791,92 €
Capítulo 5	Puente Grúa	20.500,00 €
Capítulo 6	Cerramiento	73.144,87 €
Capítulo 7	Cerrajería	3.420,72 €
Capítulo 8	Albañilería	12.338,48 €
Capítulo 9	Fontanería e Incendios	1.256,34 €
Capítulo 10	Aparatos Sanitarios	1.941,44 €
Capítulo 11	Pinturas y Tratamientos Térmicos	9.337,22 €
Capítulo 12	Seguridad y Salud	16.412,45 €
Capítulo 13	Control de Calidad	15.487,65 €
Capítulo 14	Gestión de Residuos	3.612,01 €

Total ejecución	300.976,17 €
13% gastos generales	39.126,90 €
6% beneficio industrial	18.058,57 €
Total presupuesto contrata (sin IVA)	358.161,64 €
21% IVA	75.213,95 €
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA (IVA INCLUIDO)	433.375,59 €

EL PRESUPUESTO DE CONTRATA IVA INCLUIDO ASCIENDE A:
**CUATROCIENTOS TREINTA TRES MIL TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO
EUROS Y CINCUENTA Y NUEVE CENTIMOS DE EURO**