

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

***NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A USO
LOGÍSTICO DE ALMACENAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE MENSAJERÍA***

DOCUMENTO 2- MEMORIA

Alumno/Alumna: San Antón, Ruiz, Ricardo

Director/Directora: Marcos, Rodríguez, Ignacio

Curso: 2018-2019

Fecha: Lunes, 5 de noviembre, 2018

ÍNDICE

| | |
|--|------------|
| 2. MEMORIA | 2.1 |
| 2.1 OBJETO | 2.1 |
| 2.2 MEMORIA DESCRIPTIVA | 2.3 |
| 2.2.1 Breve descripción | 2.3 |
| 2.2.2 Antecedentes | 2.5 |
| 2.2.2.1 Normas subsidiarias Amorebieta | 2.5 |
| 2.2.3 Alcance del proyecto | 2.8 |
| 2.2.4 Requisitos de diseño | 2.9 |
| 2.2.5 Análisis de soluciones | 2.10 |
| 2.2.6 Distribución de la nave | 2.10 |
| 2.3 MEMORIA CONSTRUCTIVA | 2.15 |
| 2.3.1 Accionamiento del terreno, desbroce y limpieza | 2.15 |
| 2.3.2 Explanación, refino y nivelación | 2.15 |
| 2.3.3 Excavaciones, zanjas y pozos | 2.17 |
| 2.3.4 Relleno y apisonado de zanjas y pozos | 2.18 |
| 2.3.5 Cimentación | 2.19 |
| 2.3.6 Red de saneamiento | 2.20 |
| 2.3.7 Solera | 2.21 |
| 2.3.8 Montaje estructura principal | 2.21 |
| 2.3.9 Entreplanta y escaleras | 2.30 |
| 2.3.10 Acabados | 2.30 |
| 2.3.11 Instalaciones | 2.31 |
| 2.3.12 Construcción de la nave | 2.31 |
| 2.3.13 Particiones interiores | 2.50 |
| 2.3.14 Acabados | 2.50 |
| 2.3.15 Instalaciones | 2.50 |
| 2.3.16 Urbanización del entorno | 2.50 |
| 2.4 NORMAS Y REFERENCIAS | 2.50 |
| 2.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas | 2.50 |
| 2.4.2 Bibliografía | 2.55 |
| 2.4.3 Programas de cálculo | 2.56 |
| 2.5 PLAN DE CONTROL DE CALIDAD | 2.57 |

| | |
|--|------|
| 2.6 SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO | 2.59 |
| 2.6.1 Cálculo..... | 2.63 |
| 2.6.2 Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco..... | 2.64 |
| 2.7 PRESUPUESTO..... | 2.80 |
| 2.8 PLAZO DE EJECUCIÓN..... | 2.82 |

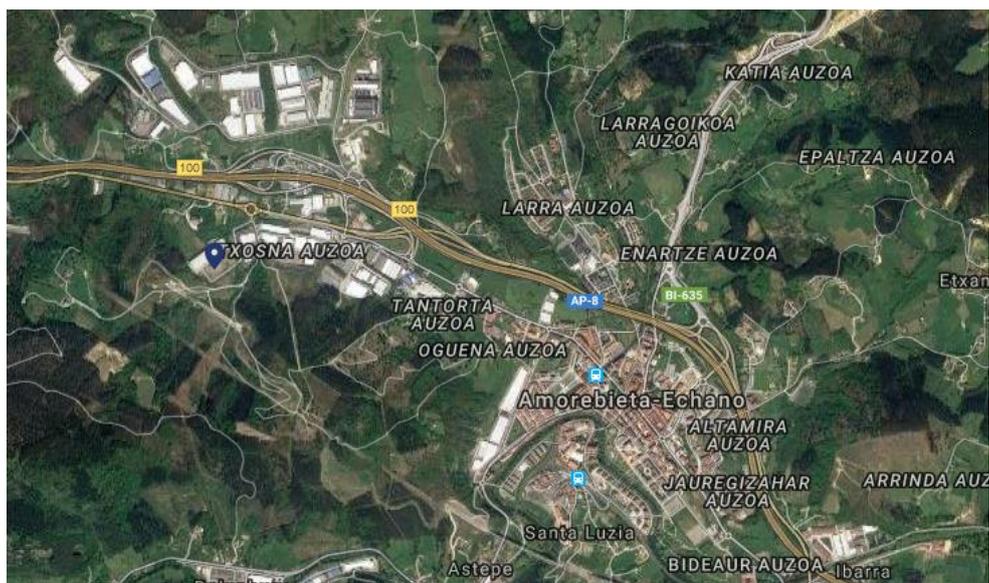


Figura 1. Localización del emplazamiento

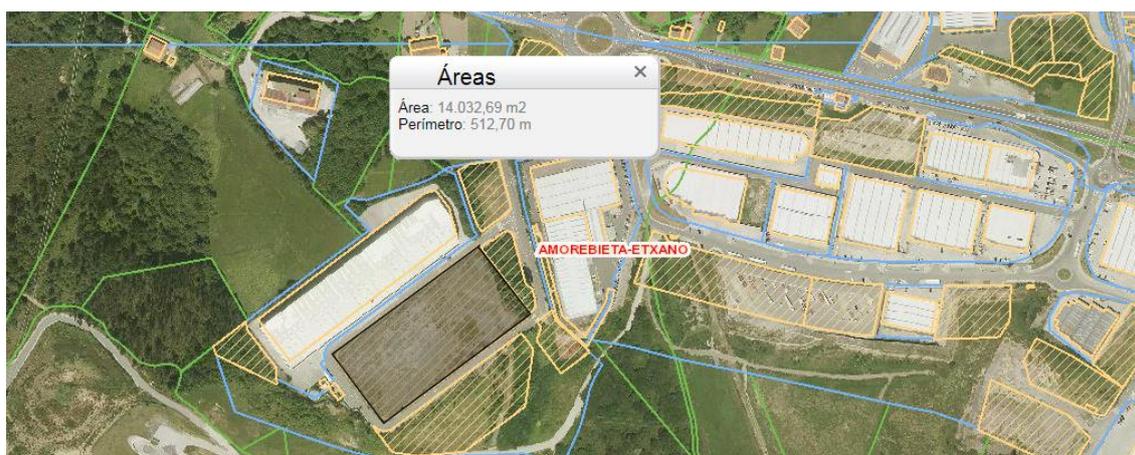


Figura 2. Área del site



Figura 3. Polígono y parcela del site

2.2 MEMORIA DESCRIPTIVA

2.2.1 Breve descripción

Dicho almacén será una nave industrial construida íntegramente en acero. Aunque los materiales a almacenar no requieren de un gran espacio diáfano, la nave tendrá un espacio diáfano suficientemente amplio para poder facilitar la expedición y la correcta manipulación de los distintos paquetes a almacenar. Así mismo, para poder manejar y organizar tal mercancía se precisa de la instalación de transpaletas y carretillas elevadoras y de un espacio destinado a oficinas en el interior de la nave, éste espacio de oficinas se construirá en una entreplanta.

Así, las dimensiones de la nave son de 20 m. de luz y 60 m. de largo, quedando una superficie construida en planta de 1200 m². La altura de la nave es de 9,76 m. a la cumbrera (limitada por el Plan General de Ordenación Urbanística de Amorebieta-Etxano) y de 8 m. a los aleros, dando lugar a una inclinación de 10°.

La nave es a dos aguas con la misma pendiente, de planta rectangular. La estructura está compuesta por 11 pórticos iguales distanciados 6 metros entre sí que serán de alma llena. La cubierta y cerramientos laterales están formados por paneles nervado y fijación vista "MEC" respectivamente, fijados mediante

uniones atornilladas a correas tanto en cubierta como en los laterales. Tanto los pórticos como las correas estarán constituidos por perfiles laminados o conformados.

El espacio destinado a oficinas, comedor, y vestuarios se sitúa en la parte superior a la zona de carga y descarga de mercancías en una entreplanta que se encuentra distribuida a lo ancho de la nave, quedando así bajo ella espacio suficiente para la ubicación de los aseos, un área de recepción a clientes y para las actividades de carga y descarga. Las dimensiones de la entreplanta serán 24x20 metros, del pórtico 1 al 5, lo que da una superficie construida en segunda altura de 480 m², lo que deja una superficie para almacenaje de 36 x 20 metros ya que bajo la entreplanta no se almacenará, puesto que se encontrará la zona destinada a la carga y descarga de los vehículos. Además, debajo de la entreplanta, es necesario habilitar un espacio para la recarga de transpaletas y carretillas elevadoras. Que a su vez servirá como aparcamiento de estos equipos cuando no se encuentren en funcionamiento.

La entreplanta tendrá el forjado a 5 metros de altura y el habitáculo de la entreplanta tendrá una altura de 3 metros, ocupando 5 pórticos distanciados entre sí 6 metros. En este espacio de oficinas se podrá realizar la gestión de los productos almacenados, esto es, el control de entrada de mercancías, así como la posterior distribución desde ahí a los clientes.

Tras la descarga de las mercancías, éstas pasarán un primer control cualitativo para definir el producto y etiquetarlo registrándolo en el sistema informático. En un segundo control cuantitativo se comprueba si el producto está en perfectas condiciones o si hay que rechazarlo, en tal caso se almacenará separadamente del resto de productos aptos en espera de su retirada en otro vehículo y se da constancia en el registro informático. Los productos aptos se almacenarán en la medida de lo posible, por clases en espera de ser distribuidas a los clientes.

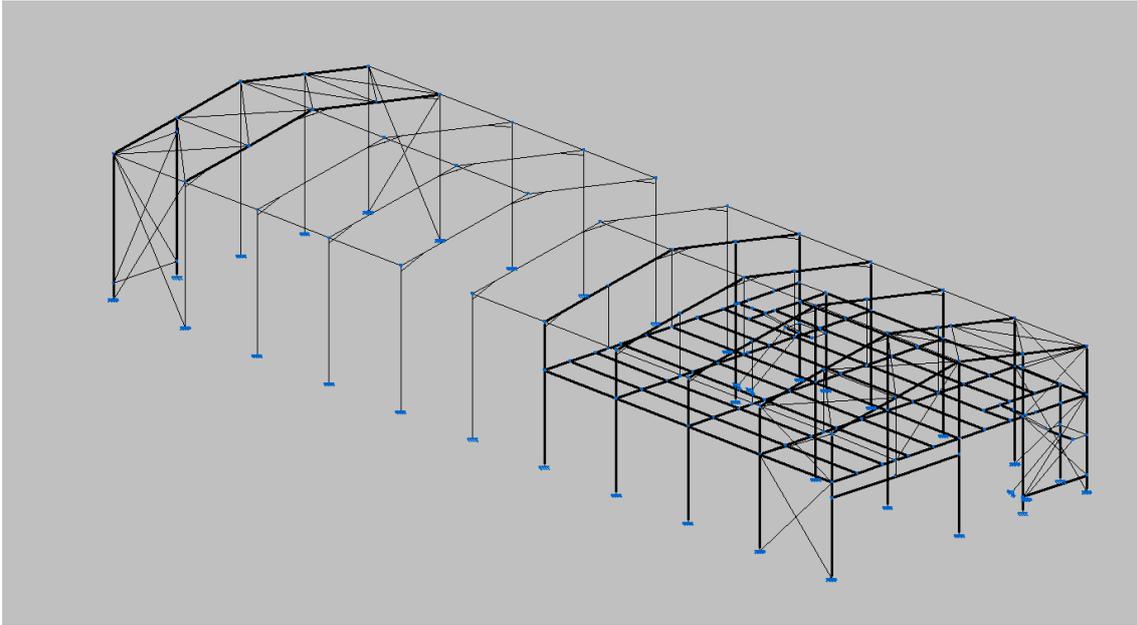


Figura 4. Estructura metálica

2.2.2 Antecedentes

La necesidad de una nueva nave surge a raíz de la falta de espacio para el almacenaje debido al crecimiento de pedidos en la provincia. El actual almacén se encargará de distribuir los productos a un sector mayoritario de la provincia por ello, debe estar bien comunicada para poder transportar y distribuir los productos a sus destinos. La implantación del almacén se ha situado en suelo industrial próxima a la incorporación de carreteras N634 y AP-8 para facilitar y agilizar el tránsito de camiones. De esta forma, la empresa logrará tener satisfecho al cliente por su rapidez y eficacia.

Para la realización de este proyecto se han tenido en cuenta las directrices urbanísticas del Ayuntamiento de Amorebieta-Etxano (Normas subsidiarias de Amorebieta), guardando los retranqueos, superficies, volúmenes y demás Normas de Edificación requeridas.

2.2.2.1 Normas subsidiarias Amorebieta

Para el presente proyecto se ha acudido a la normativa vigente del municipio, que componen la información gráfica actualizada de las Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal de Amorebieta-Etxano, realizada en

Noviembre de 2.000, con las dos modificaciones puntuales presentadas y aprobadas según:

- Orden Foral nº 1464/2003 de 29 de Diciembre, del Departamento Foral de Relaciones Municipales y Urbanismo. "Modificación puntual de las Normas Subsidiarias relativa a la ampliación del suelo destinado a Sistema General de Espacios Libres en la zona de Jauregibarria".
- Orden Foral nº 1386/2004 de 23 de Agosto del Departamento Foral de Relaciones Municipales y Urbanismo. "Modificación puntual de Normas Subsidiarias relativa al vial de conexión P.E.R.I. FORJAS - IZAR con Nafarroa".
- Orden Foral nº 1613/2005 de 18 de Noviembre del Departamento Foral de Relaciones Municipales y Urbanismo. "Modificación puntual de Normas Subsidiarias relativa al Sector Betarragane y a la Unidad de Ejecución Karmen".

Las Normas Subsidiarias de Ordenación Urbana de Amorebieta-Etxano, que revisan las actualmente vigentes, son el instrumento de ordenación integral del municipio. Directamente o por medio de los instrumentos de planeamiento previstos para su desarrollo, delimitan las facultades urbanísticas propias del derecho de propiedad del suelo y especifican los deberes que condicionan la adquisición de dichas facultades.

Se muestra una leyenda de la calificación del suelo según el Plan General de Ordenación Urbanística de Amorebieta:



Figura 5. Leyenda calificación de suelos

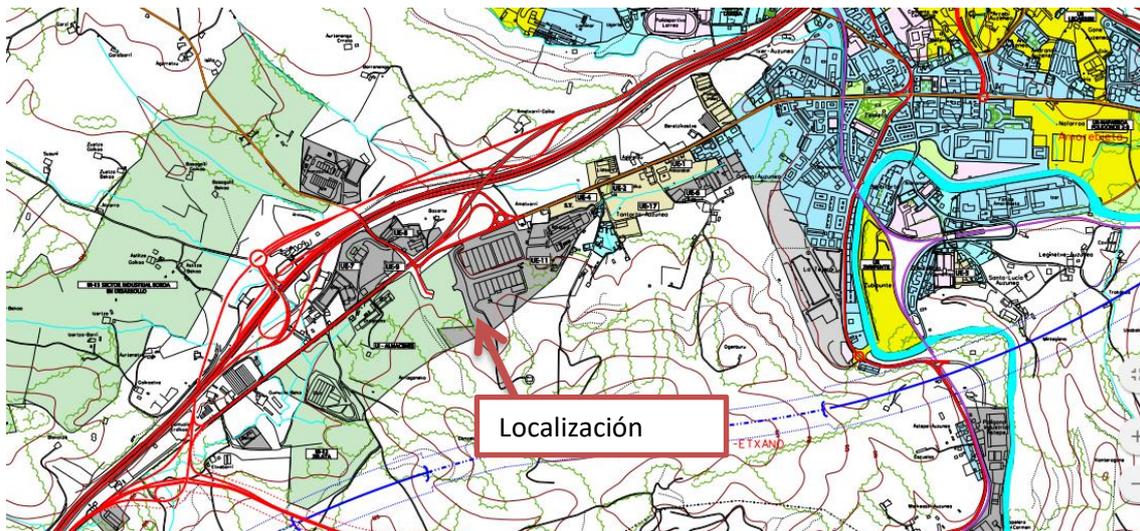


Figura 6. Calificación del suelo según PGOU de Amorebieta-Etxano.

2.2.3 Alcance del proyecto

Realización de los cálculos necesarios para la construcción de un almacén y una entreplanta. Estos cálculos incluyen:

- Elección y comprobación del cerramiento de la nave en cubierta y en fachada.
- Elección y comprobación de las correas de la cubierta y la fachada.
- Diseño y cálculo y comprobación de la escalera de entreplanta (cumplir normativa).
- Diseño, cálculo y comprobación de la entreplanta para oficinas, vestuarios, comedor, etc.
- Cálculo y comprobación de los pórticos.
- Cálculo y comprobación de las cimentaciones necesarias, incluyendo definición de placas base, pernos, armado y hormigonado.
- Cálculo y comprobación de las uniones atornilladas y soldadas necesarias.
- Cálculo de las instalaciones necesarias en el almacén (tamaño baldas, paso entre baldas para tránsito de transpaletas, tamaño de vestuarios en función del volumen de personal, etc.).
- Justificación urbanística de la parcela de ubicación del almacén (la aplicación de las restricciones marcadas vendrán dadas por el plan general del municipio en el que se encuentre la nave).

2.2.4 Requisitos de diseño

Con el fin de determinar los parámetros geotécnicos del terreno se ha efectuado una campaña de reconocimiento consistente en un sondeo a rotación con extracción continua de testigo, toma de muestras inalteradas y colocación de un tubo piezométrico con el fin de determinar la cota del nivel freático. Se ha realizado un informe geotécnico de este terreno que ha servido como referencia para el estudio de la cimentación.

Del informe geotécnico se deduce que es un terreno sin cohesión, con un predominio de grava y gravillas en torno a un 65%. Este tipo de terreno se encuentra a una profundidad bastante uniforme respecto a la urbanización y que no existen variedades significativas en toda la parcela.

Para la ejecución del proyecto se han tenido en cuenta, tanto el informe geotécnico como la experiencia en las parcelas colindantes donde una zona industrial amplia.

La presión admisible sobre el terreno, bajo cargas, depende principalmente de la propia naturaleza del terreno y de la profundidad y anchura del cimiento, en nuestro caso la tensión que será capaz de soportar el terreno será 0,3MPa.

Últimas consideraciones: En función del sondeo realizado, se trata de un terreno gravera que se clasifica como suelo sin cohesión. En función de estos datos se ha dimensionado una estructura cimentada directamente sobre terreno a una profundidad de 1000mm desde la cota 0 de solera, por lo que la altura de la estructura de la nave aumentará 1 m, por lo tanto, tendrá 9m de alto (de los cuales 1m irá enterrado).

Una vez realizadas algunas catas del terreno mediante retroexcavadora, se ha optado por diseñar la cimentación de la nave a base de zapatas aisladas unidas mediante vigas de atado para evitar los desplazamientos.

La nave se construirá mediante estructura de acero. El cerramiento de cubierta se realiza mediante panel nervado, y en el de fachada se opta por un panel de fachada con fijación vista "MEC". Sumándole a la fachada un muro perimetral de hormigón que medirá 1,5 metros desde la cota 0.

2.2.5 Análisis de soluciones

La estructura primaria, la constituyen pórticos formados por marcos rígidos de acero S 275JR compuestos de vigas y pilares. Los distintos tramos del pórtico se sueldan en fábrica, ensamblando en el montaje los distintos componentes mediante tornillería calibrada de alta resistencia.

Los pórticos, se unirán a las cimentaciones mediante pernos de anclaje embebidos en las zapatas. La estructura secundaria se compone de correas a base de Perfiles en cubierta IPE 160 y en fachada IPE 120. Las correas se laminan en caliente y a partir de acero galvanizado. En los apoyos de los pórticos se produce un solape de dichas correas, lo que hace que trabajen como vigas continuas. La carga de Zinc es de 275 gr/m² consiguiendo un espesor de 20 micrones sobre cada cara.

Se han previsto arriostramientos formados por barras de acero de sección redonda en las vigas a contraviento de los pórticos de ambos hastiales y entramado lateral en forma de cruz de San Andrés y paredes en forma de cruz de San Andrés con objeto de absorber la posible inestabilidad longitudinal de la nave provocada por la acción de las posibles situaciones de viento que se pueden dar a la hora de incidir sobre la superficie de la misma. Además, se ha puesto otras cruces de San Andrés en los pórticos hastiales, en el plano del pórtico, para hacerlo de esta forma intraslacional.

El cerramiento será tipo nervado en cubierta formado por chapa exterior, aislamiento acústico y chapa interior, cuyo espesor del conjunto son 50 mm. Mientras que en la fachada lateral será un panel de fijación vista "MEC" formado por un elemento aislante y caras interiores y exteriores chapas de acero precaladas, cuyo espesor del conjunto son 30 mm.

2.2.6 Distribución de la nave

A continuación, se muestra cómo quedará la nave distribuida en su interior, se puede observar que prácticamente todo el espacio es espacio diáfano

para la ocupación de estanterías debido a que las oficinas y vestuarios están situados en la entreplanta.

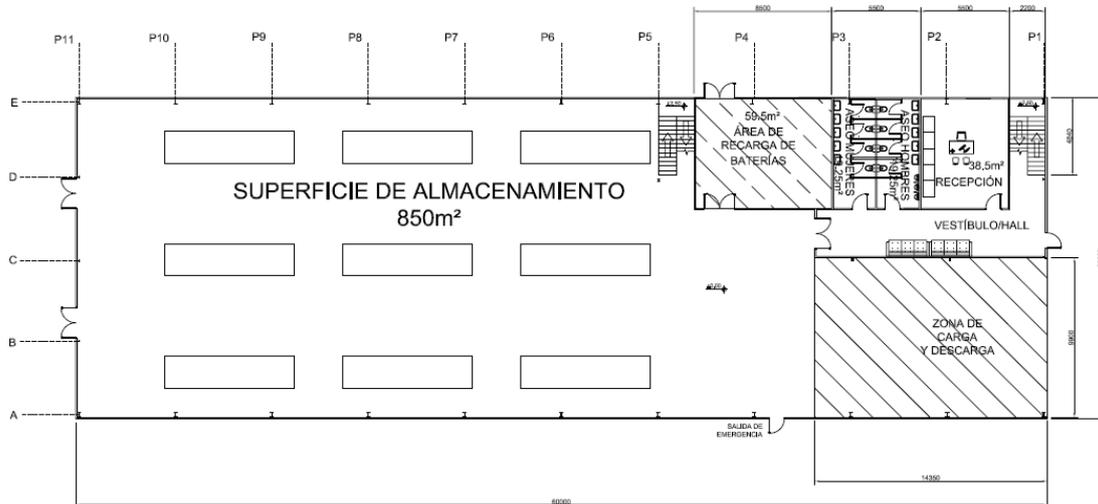


Figura 7. Distribución planta inferior

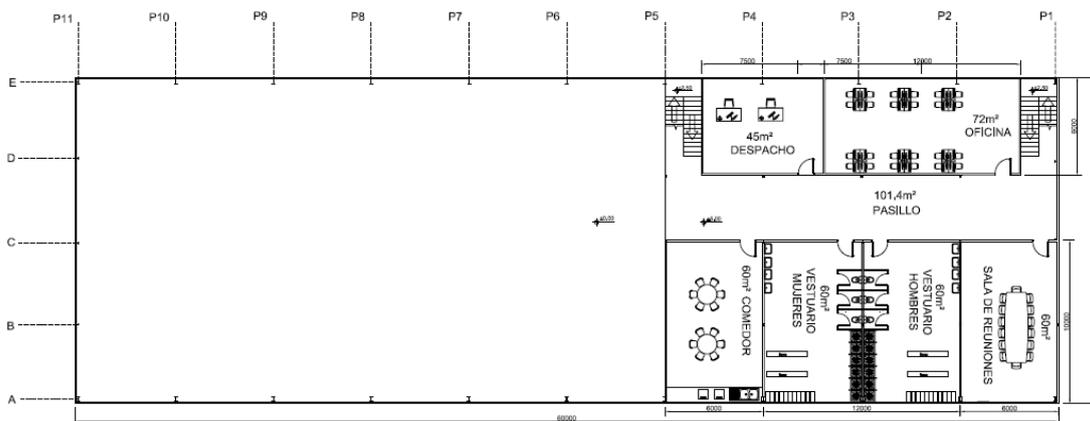


Figura 8. Distribución planta superior

La distribución y diseño de esta nave industrial está enfocada al proceso de almacenaje de mensajería, por un lado, y por otro a la gestión de estos. Para esta actividad se busca el confort de todos los empleados de la empresa, ambientando de esta manera un lugar de trabajo agradable para todos.

La nave se divide en dos zonas generales que son la zona de producción y la zona de oficinas.

La primera de ellas se encuentra en la primera planta la cual se encarga de la recogida y envío de pedidos como del almacenaje de los productos en la que además se ubican los servicios para mujeres y caballeros, una sala de recepción con su correspondiente vestíbulo, y además se habilitará una sala para recarga de baterías de transpaletas y carretillas.

En la segunda planta se tiene los vestuarios de caballeros y mujeres, la zona de oficinas, zona de reuniones, comedor y un despacho.

En la nueva nave se pretende hacer uso de los equipos necesarios para la correcta manipulación de la carga a almacenar y/o distribuir. De manera, que en la zona donde se encuentra la puerta basculante es la correspondiente a la cual se sitúan los camiones, y donde posteriormente se realiza la expedición, por ello se ha optado por evitar cualquier intromisión de la estructura de la nave en esta zona, colocando los pilares interiores colgados de los dinteles de los pórticos y la entreplanta.

Para la operación de expedición se emplearán las carretillas elevadoras y transpaletas con motor eléctrico, alimentado a partir de baterías de acumuladores. Carretillas y transpaletas propias de interiores, las cuales deben llevar obligatoriamente marcado de forma legible e indeleble los textos y pictogramas que informen al operador sobre la capacidad de carga de la carretilla y la transpaleta, en las distintas situaciones de carga, la función de los distintos mandos y los riesgos inherentes a la utilización de la máquina.

Es especialmente importante comprobar que la máquina lleva la placa de identificación del fabricante, el marcado CE de conformidad con la Directiva 98/37/CE y la placa de capacidad de cargas admisibles para las condiciones de uso real de la carretilla. Si a la carretilla se le monta algún accesorio adicional, sobre el mismo también debe existir la placa de identificación del fabricante del accesorio, la capacidad de carga del mismo y, si es aplicable, el marcado CE de conformidad.

Necesario además que éstas estén diseñadas para ser utilizadas en interiores de locales cerrados insuficientemente ventilados o con mucho personal en su proximidad y para la manipulación de productos que se deterioran o contaminan con los gases de escape (almacenes frigoríficos, etc.). De ahí la

importancia de que dichos equipos tengan un motor eléctrico alimentado a partir de baterías acumuladoras. Ofrecen buen rendimiento en trayectos cortos, sin rampas y con periodos de utilización que permita la recarga adecuada de los acumuladores.

Como ventajas y desventajas, es importante apreciar que las carretillas eléctricas son de menor tamaño, es así porque el motor eléctrico no tiene tantos elementos móviles. Otra de las virtudes de los motores eléctricos es que no tienen vibraciones como las carretillas elevadoras de motor de combustible.

Paradójicamente, todos los vehículos eléctricos tienen un coste mayor. Tanto el equipamiento como la carga suponen más dinero, por lo menos inicialmente. La carga de las baterías es otro inconveniente, el espacio conseguido debido al menor tamaño de las carretillas se pierde por habilitar una zona para recargar las baterías.

Los vehículos eléctricos tienen el enorme problema de la duración de las baterías. En el caso de las carretillas, suelen durar unas pocas horas antes de necesitar ser recargadas de nuevo. También hay que tener en cuenta los costes de energía, que pueden ser un inconveniente importante. La carestía de su adquisición, duración limitada de las baterías y dependencia de la red eléctrica.

Como ventajas, el motor eléctrico es más potente en aceleración y velocidad de elevación que los de combustible, ello se traduce en mayor rendimiento. Y lo más importante, los operarios que trabajan con un motor de gasóleo en una zona de interior son quienes más acusan los efectos nocivos de respirar los gases de escape por lo que es preferible el uso de motor eléctrico.



Figura 9. Carretilla elevadora Yale-Forklift

<http://yale-forklift.net/listing/yale-erc50-2004/>



Figura 10. Transpaleta Yale MPB040E

<http://www.yale.com/latin-america/es-mx/rango-de-productos/porta-paletas/mpb040e-mpw080e/>

Para el empleo de estos equipos es necesario habilitar algún espacio para su carga como se ha comentado anteriormente, así como la facilidad de su uso en la totalidad de la nave. Por ello se tienen en cuenta las siguientes cuestiones:

- Habilitar una zona de carga de las baterías, que a su vez servirá de “parking” para aquellas transpaletas o carretillas que no estén en

uso. La sala para esta aplicación es de unas dimensiones de 8,5m x 7m.

- Pasillos de doble sentido de circulación: la anchura mínima (carretillas + cargas) + 1,20 m.

El resto de la nave estará formado por estanterías y zonas diáfanos para capacidad de almacenaje en el área.

2.3 MEMORIA CONSTRUCTIVA

La construcción de este edificio seguirá los siguientes pasos:

2.3.1 Accionamiento del terreno, desbroce y limpieza

Debido a que el solar se encuentra repleto de vegetación, el arreglo de la parcela se efectúa desmontando y desbrozando el terreno por medios mecánicos, con retirada de la vegetación y demás residuos al vertedero. Posteriormente se realiza un relleno de zahorra natural, la cual debe cumplir los requisitos técnicos necesarios, que faciliten su puesta en obra y compactación adecuadas.

Se realizará un pozo de reconocimiento cada 1000 m² de planta, con una profundidad máxima de tres metros bajo la superficie de cimentación.

Una prueba de carga por pozo sobre placa circular de cincuenta centímetros de diámetro. Si no fuesen suficientes estos datos, la Dirección Facultativa podrá ordenar al Constructor, estando éste obligado, a hacer cuantas calicatas y sondeos se estimen necesarios.

2.3.2 Explanación, refino y nivelación

La explanación consiste en el conjunto de operaciones para excavar, evacuar, rellenar y nivelar el terreno, así como las zonas de préstamos que puedan necesitarse, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los planos.

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, que no se hubiera extraído en el desbroce, se aceptará para su utilización posterior en protección de superficies erosionables. En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

Todos los materiales que se obtienen de la excavación, excepto la tierra vegetal, se pueden utilizar en la formación de rellenos y demás usos fijados en este pliego y se transportan directamente a las zonas previstas dentro del solar, o vertedero, si no tienen aplicación dentro de la obra. De cualquier manera, no se desecha ningún material excavado sin previa autorización.

Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantienen en perfectas condiciones de drenaje. El material excavado no se puede colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga de los rellenos contiguos.

Las operaciones de desbroce y limpieza se efectúan con las precauciones necesarias, para evitar daño a las construcciones colindantes y existentes. Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro son eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm por debajo de la superficie natural del terreno. Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces se rellenan con material análogo al existente, compactándose hasta que su superficie se ajuste al nivel pedido.

No existe obligación por parte del constructor de trocear la madera a longitudes inferiores a 3 m. La ejecución de estos trabajos se realiza produciendo las menores molestias posibles a las zonas habitadas próximas al terreno desbrozado.

La excavación de la explanación se abona por m³ realmente excavados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de concluidos. La medición se hace sobre los perfiles obtenidos.

2.3.3 Excavaciones, zanjas y pozos

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir emplazamiento adecuado para las obras de fábrica y estructuras, y sus cimentaciones; comprenden zanjas de drenaje u otras análogas. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, nivelación y evacuación del terreno y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

La excavación continúa hasta llegar a la profundidad en que aparezca el firme y obtenerse una superficie limpia y firme, a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, la Dirección Facultativa puede modificar la profundidad, si a la vista de las condiciones del terreno lo estimara necesario, a fin de conseguir una cimentación satisfactoria.

El replanteo se realiza de tal forma que existan puntos fijos de referencia, tanto de cotas como de nivel, siempre fuera del área de excavación. Se lleva en obra un control detallado de las mediciones de la excavación de las zanjas. El comienzo de la excavación de zanjas se realiza cuando existan todos los elementos necesarios para su excavación, incluida la madera para una posible entibación.

El fondo de la zanja debe quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpian las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado u hormigón.

Los productos resultantes de la excavación de las zanjas, que sean aprovechables para un relleno posterior, se pueden depositar en montones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de 0,60 m como mínimo, dejando libres caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

La excavación de cimientos se profundiza hasta el límite indicado en el proyecto. Las corrientes o aguas pluviales o subterráneas que puedan presentarse, se ciegan o desvían empleando los medios convenientes. Antes de

proceder al vertido del hormigón y la colocación de las armaduras de cimentación, se dispone de una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor debidamente nivelada.

El importe de esta capa de hormigón se considera incluido en los precios unitarios de cimentación. La excavación en zanjas o pozos se abona por m³ realmente excavados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizados los mismos.

2.3.4 Relleno y apisonado de zanjas y pozos

Consiste en la extensión o compactación de materiales terrosos, procedentes de excavaciones anteriores o préstamos para relleno de zanjas y pozos.

Los materiales de relleno se extienden en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontales. El espesor de estas tongadas es el adecuado a los medios disponibles para que se obtenga en todo el mismo grado de compactación exigido. La superficie de las tongadas será horizontal o convexa con pendiente transversal máxima del 2%.

Una vez extendida la tongada, se procederá a la humectación si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados. En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se toman las medidas adecuadas procediendo incluso a la desecación por oreo, o por adición de mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas (cal viva, etc.).

Conseguida la humectación más conveniente, posteriormente se procede a la compactación mecánica de la tongada. Si el relleno tuviera que realizarse sobre terreno natural, se realiza en primer lugar el desbroce y limpieza del terreno, se sigue con la excavación y extracción de material inadecuado en la profundidad requerida por el proyecto, escarificándose posteriormente el terreno para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno. Cuando el relleno

se asiente sobre un terreno que tiene presencia de aguas superficiales o subterráneas, se desvían las primeras y se captan y conducen las segundas, antes de comenzar la ejecución. Si los terrenos son inestables, aparece turba o arcillas blandas, se asegura la eliminación de este material o su consolidación.

2.3.5 Cimentación

Toda la cimentación se realiza con hormigón HA-25, que es vertido previa eliminación de todo tipo de obstáculos que se encuentren dentro de los límites de la excavación, así como de todo tipo de elementos contaminadores de la zona y previa colocación de las armaduras sobre una solera de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor. Se construyen las zapatas y las vigas de atado que unen estas entre sí. La viga de atado perimetral, se sobredimensionará en anchura para dar soporte a un muro de hormigón armado para realizar el remate del panel de cerramiento de los laterales adecuadamente, que como se ha comentado anteriormente, será de 2,5 metros desde zapatas, o lo que es lo mismo 1,5 metros desde cota 0.

A continuación, se indican las recomendaciones constructivas que pueden resultar de utilidad para el cálculo de las zapatas:

- Bajo la zapata deben disponerse 10 cm de hormigón de limpieza y las armaduras deben apoyarse sobre separadores. La excavación de los 20-25 cm inferiores de terreno no debe llevarse a cabo hasta momentos inmediatamente anteriores a verter el hormigón de limpieza para impedir el acceso a todo tipo de elementos contaminantes a la zona de cimentación.
- Salvo grandes zapatas en las que no es de gran relevancia, es muy conveniente disponer de canto constante.

En las zapatas se dejarán embebidos los pernos para la colocación de las placas base para los pilares metálicos.

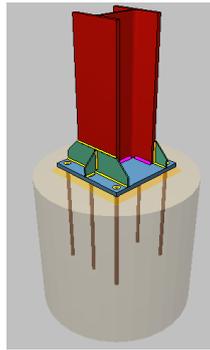


Figura 11. Pernos en zapatas

Tras colocar los pilares metálicos, se realiza un muro de hormigón alrededor de ellos a lo largo de todo el perímetro de la nave (salvo puertas) de dos metros y medio de altura, el cual queda enterrado una profundidad de un metro y sobresale metro y medio al exterior.

La cimentación queda enterrada a un metro de profundidad lo que le dará más estabilidad a la nave.

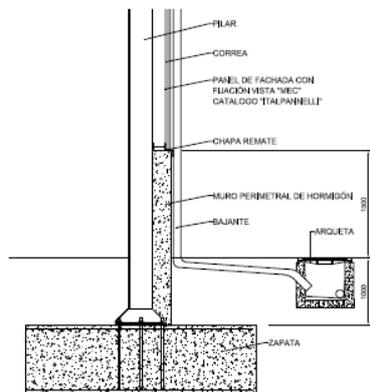


Figura 12. Detalle cimentación y muro de hormigón

2.3.6 Red de saneamiento

Se construyen arquetas de dimensión mínima 60x60 cm previstas para la evacuación de aguas pluviales y arquetas de dimensión mínima de 50x50 cm para la evacuación de aguas fecales. Todas las arquetas son sifónicas de ladrillo. Se colocan los conductos de que componen la red de saneamiento. Los cuáles son de PVC los conductos enterrados y de chapa galvanizada los visibles (canalón y bajantes).

2.3.7 Solera

Se nivela el solar a base de compactación de todo uno mediante medios mecánicos. Se colocarán la lámina de polietileno y el mallazo de reparto y se procederá a su hormigonado, se realizarán las juntas de contracción.

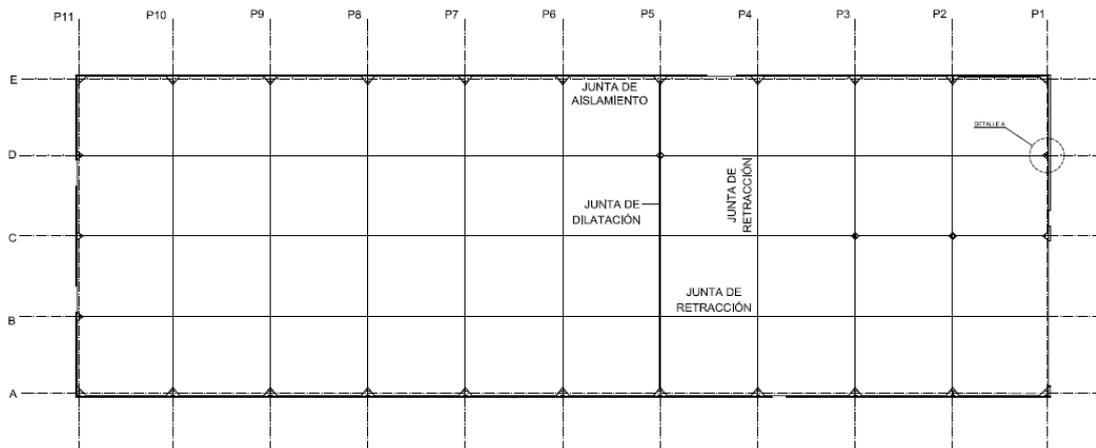


Figura 13. Solera

2.3.8 Montaje estructura principal

La estructura principal viene de fábrica preparada para que su montaje en obra se realice mediante tornillería, realizándolo pórtico a pórtico. Las uniones que según el plano requieran soldadura se realizan en obra.

Una vez montada la estructura principal, se procede a colocar las Cruces de San Andrés y las vigas de atado que unen las cabezas de los pilares. Por último, se colocan las correas tanto de cubierta como de fachada y los perfiles de las puertas.

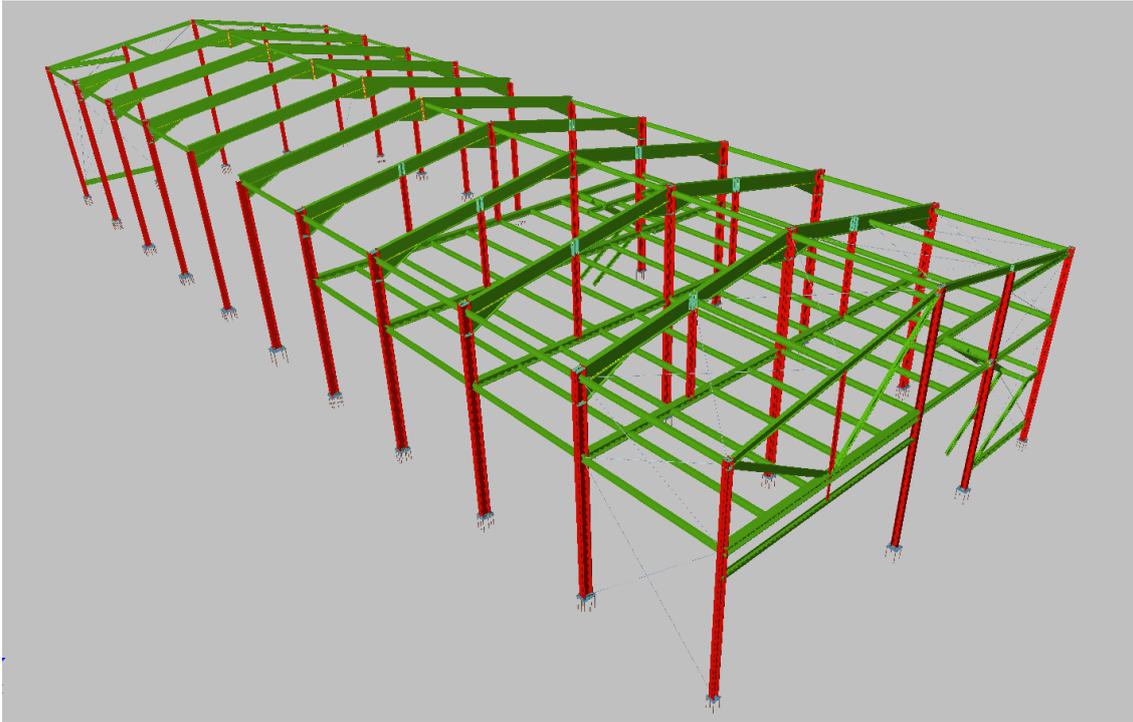


Figura 14. Estructura principal de la nave

En la organización constructiva de una nave industrial se distinguen los siguientes elementos:

- Correas: son vigas formadas en general por perfiles metálicos laminados o conformados en frío que reciben directamente la cubierta propiamente dicha, transmitiendo su peso y cargas (nieve, viento, etc.) a los pórticos transversales. También se pueden disponer correas en los paramentos de la nave, las cuales recibirán las cargas horizontales transmitidas mediante los paneles de cerramiento y las transmitirán a los pilares de los pórticos transversales.
- Pórticos transversales: están formados por un sistema de vigas de celosía y pilares, o por pórticos a dos aguas contruidos con piezas de alma llena de sección constante o variable. Resisten las cargas transmitidas por las correas y también las cargas de viento perpendiculares al eje longitudinal de la nave, recogidas por los pilares.
- Vigas contraviento: se organizan añadiendo una celosía en cruz de San Andrés o en forma de K que enlaza los cordones superiores de las cerchas

o de las vigas que forman los dinteles de los pórticos. Se disponen en los vanos extremos o intermedios de la nave.

- Vigas de arriostramiento o de compresión: generalmente son perfiles similares a los de los pórticos principales, pero de menores dimensiones, que se colocan cerca de la unión viga-pilar de los pórticos transversales y unen estos pórticos entre sí transmitiendo así las cargas longitudinales hasta los entramados laterales. En el caso de que la nave disponga de junta de dilatación, las vigas de arriostramiento serán algunos de los elementos longitudinales que deberán ser discontinuos en dicho punto.
- Entramados hastiales: reciben las acciones debidas al viento de dirección longitudinal y forman una estructura que soporta el cerramiento frontal de la nave. Estas acciones horizontales se concentran en los pilares que las transmiten a las vigas a contraviento y también directamente a la cimentación.
- Entramados laterales: constituidos por los pilares de los pórticos principales a los que se les añade también una celosía en cruz de San Andrés o en K, en uno o más vanos. Aquellos que forman parte de los entramados laterales reciben, además, las cargas horizontales dirigidas en el sentido longitudinal de la nave por las vigas a contraviento.

2.3.8.1 Cerramiento de fachada y cubierta

El cierre de una nave industrial se basa en los cerramientos tanto de cubierta como de fachada; los primeros tienen una mayor repercusión en la estructura principal ya que su peso propio debe ser resistido por la cubierta de una manera más directa que los cerramientos de fachada, que incluso en algunos casos pueden apoyarse sobre la cimentación.

Hoy en día existe una tendencia a utilizar soluciones prefabricadas de fácil y rápido montaje, y a la mejora de su durabilidad y posibilidades de creatividad para el proyectista.

- Durabilidad: no sólo de la estructura, sino también de los materiales de recubrimiento que constituyen la cubierta. Este concepto debe entenderse

en sentido amplio y en consecuencia deben considerarse razones de mantenimiento y recuperación, así como los factores económicos y relacionados con el período de vida de la cubierta.

- **Resistencia y estabilidad:** los elementos y componentes estructurales de la cubierta se diseñarán con la resistencia adecuada para que se mantenga intacta, estable y con una deformación limitada y controlada bajo las tensiones que operan a consecuencia de los pesos propios y las sobrecargas.
- **Impermeabilidad:** la cubierta debe ser adecuada a los condicionantes climáticos y, por consiguiente, debe asegurar la estanqueidad al agua de lluvia o nieve. La resistencia que presenta una cubierta en su conjunto a las condiciones atmosféricas es función principalmente de su recubrimiento exterior, cuya eficacia depende de la capacidad que tenga la estructura para proporcionar la inclinación adecuada para que el agua discurra y no quede estancada.
- **Aislamiento térmico:** con el fin de contribuir al logro de unas temperaturas razonablemente estables y que resulten confortables para la actividad eficaz de los ocupantes del edificio, o bien al logro de la temperatura que sea necesaria para un determinado proceso.
- **Aislamiento acústico:** para la reducción del sonido aéreo y del proveniente de la caída de la lluvia y del granizo. En muchos edificios industriales los niveles de ruido interior son tan altos que hacen innecesaria la reducción del ruido exterior.
- **Protección contra el riesgo de incendio:** no sólo de los que se produzcan en el interior del edificio, sino también de los posibles incendios que se produzcan en el exterior, ya que las cubiertas se pueden incendiar en su parte exterior por la exposición a un calor intenso y a las llamas de los fuegos de las edificaciones adyacentes.
- **Adaptabilidad:** los sistemas estructurales de cubiertas difieren en gran manera en sus exigencias de apoyo, de ahí que en el diseño y elección del tipo de cubierta se deban prever posibles alteraciones o ampliaciones

en la construcción, siendo este aspecto bastante normal en edificación industrial debido a las necesidades del proceso.

En lo referente a los materiales, la variedad es inmensa y su aplicación está condicionada por la tipología de la cubierta y el edificio, es decir, si se trata de una cubierta inclinada o plana, o de un edificio industrial, comercial, de viviendas, etc.

Usualmente se utilizan materiales de cubrición como: teja, hojas de pizarra, placas de fibrocemento, placas de policloruro de vinilo o poliéster reforzado, chapas de acero, chapas de aluminio, chapas lisas de cobre, chapas de zinc, paneles metálicos, productos bituminosos... Incluso puede darse la combinación de varios materiales en un mismo cerramiento, en función del tipo de cubierta que se trate:

- Cubierta simple: es la forma más sencilla de cubierta. Los paneles apoyan directamente sobre las correas de cubierta y se fijan con tornillos y arandelas de estanqueidad. Esta solución puede utilizarse en edificaciones en las que no existan exigencias de aislamiento térmico o acústico.
- Cubierta con aislamiento visto: consiste en añadir en la cara inferior de una cubierta simple un aislamiento térmico rígido o semirrígido, acabado en su cara vista con una protección decorativa. El aislamiento puede colocarse dejando una cámara de aire con la chapa o inmediatamente bajo ella.
- Cubierta tipo sándwich: supone una solución más compleja que las anteriores, pero presenta prestaciones más elevadas. Está constituida por un perfil interior, un aislamiento y un perfil exterior. Se puede realizar de dos maneras: ejecutadas "in situ" o prefabricadas

En lo que respecta a los cerramientos de fachada, de forma general se pueden clasificar en dos grandes grupos: los tradicionales y los prefabricados. Los tradicionales suelen ser los cerramientos de fábrica de ladrillo y los bloques de hormigón. En los cerramientos verticales prefabricados existe una gama más

amplia y principalmente se clasifican en pesados o ligeros (PVC, chapa metálica, muro cortina, fibrocemento,...).

En general, los paramentos verticales deben cumplir tres exigencias principales:

- *Exigencias estructurales*: el cerramiento de fachada debe ser capaz de soportar las acciones horizontales del viento que incide sobre él, las debidas a su propio peso, los esfuerzos debidos a su dilatación y de la estructura a la que está adosado, así como contar con una resistencia al fuego adecuada a lo exigido según normativa.
- *Exigencias ambientales*: el cerramiento debe asegurar la estanqueidad frente al agua y la nieve, así como la ausencia de humedades debidas a la condensación, atenuación de las condiciones acústicas desfavorables o establecimiento de la protección térmica adecuada.
- *Exigencias de durabilidad*: el cerramiento debe contar con la capacidad suficiente para resistir agentes agresivos o abrasivos, así como resultar fácil su mantenimiento y conservación.

2.3.8.2 Correas de cubierta y laterales

Las correas son elementos constructivos que se colocan tanto en la cubierta (correas de cubierta) como en la fachada (correas laterales) cuando el material de cerramiento es ligero, por ejemplo, paneles de acero nervado. Las correas son el primer elemento estructural, sin tener en cuenta los cerramientos, que absorben las sobrecargas y el peso propio y se lo transmiten a los pórticos, para que éstos a su vez trasmitan las cargas a la cimentación y de ahí al terreno. Apoyan directamente sobre los cordones de las vigas de celosía o sobre los dinteles de los pórticos, disponiendo ejiones que faciliten el montaje e impidan su vuelco.

Como correas se utilizan generalmente perfiles de acero conformado o perfiles de acero laminado, según estime el proyectista en función de la capacidad de cada perfil y de las necesidades estructurales. El uso de perfiles IPN, IPE o UPN, por ejemplo, es muy común ya que las correas trabajan

principalmente a flexión y este tipo de perfiles tienen muy buen comportamiento en uno de sus planos. En el otro plano, que es normalmente el paralelo a la cubierta o a la fachada, donde se contiene el denominado eje débil del perfil, se pueden disponer tirantillas para reducir la flecha y el momento flector. A veces incluso se opta por doblar la sección de perfil adosando dos perfiles iguales que trabajan como si fueran una sola correa, debido a que pueden sufrir un esfuerzo de compresión axial y resultan excesivamente esbeltas en dirección transversal (eje débil). De todas maneras, últimamente se está potenciando la utilización de perfiles conformados en frío con forma de C, Z o Ω debido a que estos perfiles presentan un buen comportamiento a la flexión en ambos planos. Aunque las correas también sufren un esfuerzo cortante, éste apenas influye en su comportamiento y a veces incluso se desprecia frente al momento flector.

Respecto al cálculo, las correas se calculan generalmente como vigas continuas cuyos apoyos coinciden directamente con los pórticos transversales o con las armaduras, según el caso. De esta manera se aprovecha mejor el material tanto por las tensiones como por las deformaciones originadas por la flexión frente a las vigas isostáticas. Sin embargo, es posible realizar también el cálculo como si se tratara de vigas biapoyadas. Además, a la hora de dimensionar las correas se tiene en cuenta el tipo de fijación que las une a los pórticos, si se verán afectadas por un momento flector o éste será absorbido por el cerramiento, etc.

2.3.8.3 Pórticos transversales

Los pórticos son los elementos estructurales de la nave que transmiten los esfuerzos provenientes de las correas al terreno a través de la cimentación. En función de las características de diseño, como puede ser la luz necesaria entre pórticos o las solicitaciones a las que se verá sometida la nave, existen diferentes tipos de pórticos.

En primer lugar, debe elegirse el tipo de material que se va a utilizar para crearlos; éstos pueden ser de hormigón armado, de acero o mixtos. En este estudio interesan los metálicos. Se puede diferenciar dos tipos de pórticos metálicos, los que tienen vigas de alma llena por dinteles o los que están

formados por una celosía. Evidentemente esta clasificación es muy general, puesto que aparte de todas las diferentes opciones que se dan estos dos tipos de pórticos, los pilares también pueden ser de diferentes formas y secciones.

Los pórticos pueden tener muchas y diferentes formas dependiendo de las necesidades constructivas. Por un lado, pueden ser pórticos a un agua o a dos aguas; también pueden ser pórticos adosados, o con forma de diente de sierra, con diferentes inclinaciones, etc. Además, en función de la vinculación del pórtico al terreno, éstos pueden ser biempotrados, biarticulados o triarticulados (cumbreira articulada).

Para decantarse por un pórtico u otro, pueden influir los tipos de unión entre viga-pilar, la unión en cumbreira, el anclaje al terreno, etc. Dependiendo de los tipos de uniones seleccionados se tendrán distribuciones de cargas diferentes, por lo tanto unas necesidades diferentes. Dependiendo de la luz y de las cargas a las que se ven sometidos se pueden poner como vigas perfiles de sección constante, de sección variable, acarteladas, alveolares, rigidizadas, etc.

Cuando se tienen grandes luces, y no se tienen problemas de altura se colocan celosías, que al igual que los pórticos, existen diferentes tipos de ellas. Existen a su vez diferentes tipos de triangulaciones para las celosías. Al igual que para los dinteles de alma llena, la unión viga-pilar en los pórticos con dintel de celosía puede ser rígida, biarticulada o articulada con deslizadera, todo ello dependiendo de los esfuerzos que soporte el pórtico. Por esa misma razón los pilares también se verán afectados, ya que se puede dar el caso en que sea necesario armar perfiles, utilizar perfiles de sección variable para ahorrar material e incluso diseñar dos tramos de pilar (pilar en bayoneta).

Se observa que las opciones para determinar el pórtico a elegir son infinitas, y el proyectista y su destreza serán los que se harán que se escoja una u otra.

2.3.8.4 Uniones y empalmes

La elección de las secciones en las que se efectúa el empalme de las barras durante el montaje, debe corresponder a aquellas zonas en las que las

flexiones son más reducidas. Las uniones pueden ser rígidas, articuladas o semirrígidas. Estas uniones se realizarán mediante soldadura o tornillos. Se aconseja para las uniones realizadas en obra la utilización de tornillos, que en general son de alta resistencia, ya que las uniones soldadas resultan difíciles de ejecutar correctamente a la intemperie, ya sea por motivos de tiempo atmosférico desfavorable o por una posición inadecuada del operario. Las uniones atornilladas pueden ser empalmes efectuados con cubrejuntas o con placas de testa.

Para los nudos de esquina, existen distintas disposiciones constructivas. Si el momento flector en la unión es muy elevado, se deberán disponer cartelas para aumentar la sección del material y absorber así el momento flector. También se podrá reforzar una unión (o el resto de la viga o pilar) mediante chapas adosadas al alma o mediante rigidizadores cuando los esfuerzos axiales o cortantes sean importantes. En el nudo de cumbrera, si las solicitaciones no son muy importantes se suele recurrir a “semiarticulaciones”, ejecutadas cerrando las barras del dintel con dos placas y uniéndolas con una pareja de tornillos dispuestos en el eje normal al plano del pórtico. Por otra parte, si la cumbrera tiene una unión rígida, hay que prever en los cambios de dirección bruscos de las alas del perfil, diafragmas o refuerzos que equilibren la fuerza resultante derivada del cambio de dirección.

2.3.8.5 Vigas contraviento y entramados

La viga contraviento, acompañada de los elementos laterales, forma un sistema estable para resistir las cargas longitudinales e impedir los desplazamientos, también longitudinales, de la nave, inmovilizando además en las secciones arriostradas las cabezas de las vigas o cordones superiores de las celosías de los pórticos.

La triangulación que se adopta es, en general, en cruz de San Andrés; no obstante, puede utilizarse cualquier otro modelo, como la triangulación en K. La pared del entramado frontal está formada por un grupo de pilares intermedios (pilarillos), que son los que soportan directamente las fuerzas del viento que recibe el cerramiento y las transmiten a la viga contraviento y cimentación.

En los entramados laterales, si la organización constructiva de la nave es tal que el material de cierre puede por sí mismo soportar estas solicitaciones, no es necesario disponer arriostramientos. Sin embargo, si el cerramiento a emplear es ligero o el cerramiento no es capaz de resistir estas solicitaciones, es preciso dar rigidez longitudinal a las paredes, organizando arriostramientos. Si las dimensiones de la nave no son muy grandes, se disponen normalmente dos vanos arriostrados, uno en cada extremo, aunque la mayoría de las veces es necesario disponer más de dos.

2.3.9 Entreplanta y escaleras

Se procederá a montar la estructura metálica de la entreplanta y escaleras y su posterior colocación de forjado y recubrimiento de hormigón con su correspondiente armadura de negativos y mallazo.

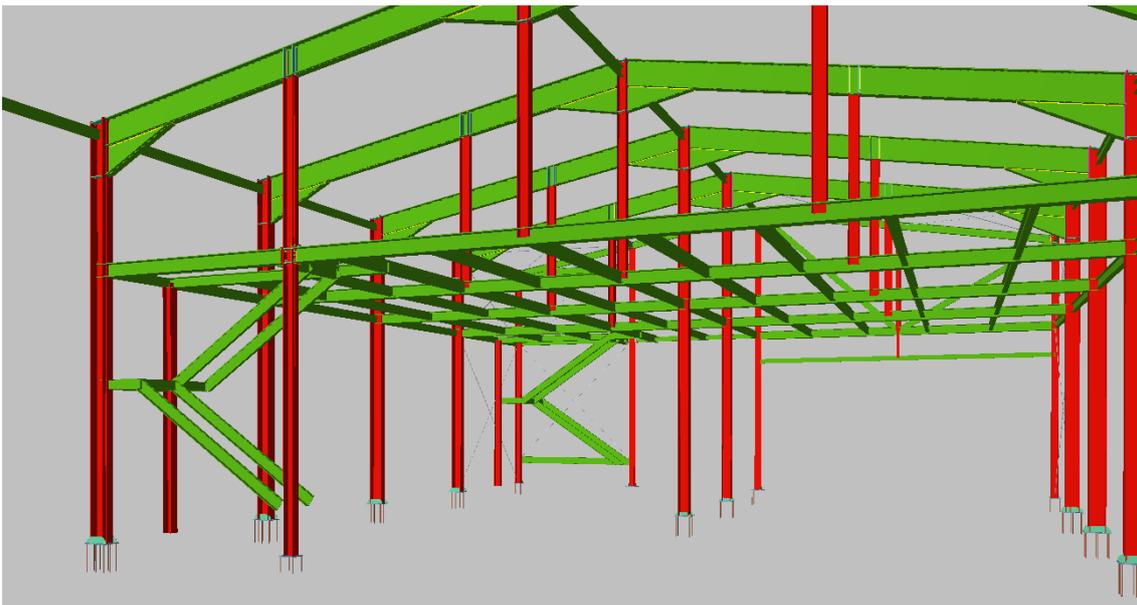


Figura 15. Estructura metálica entreplanta y escaleras

2.3.10 Acabados

Se realizan los alicatados de los vestuarios y aseos, colocación de paredes, de taquillas, suelo, puertas interiores, barandillas...

2.3.11 Instalaciones

Se procede a la colocación de todos los conductos necesarios para las instalaciones previstas en el edificio, como las tomas de corriente en la sala de carga de transpaletas. Con todos los conductos y tomas de corriente ya instalados, se colocarán los urinarios, lavabos...

2.3.12 Construcción de la nave

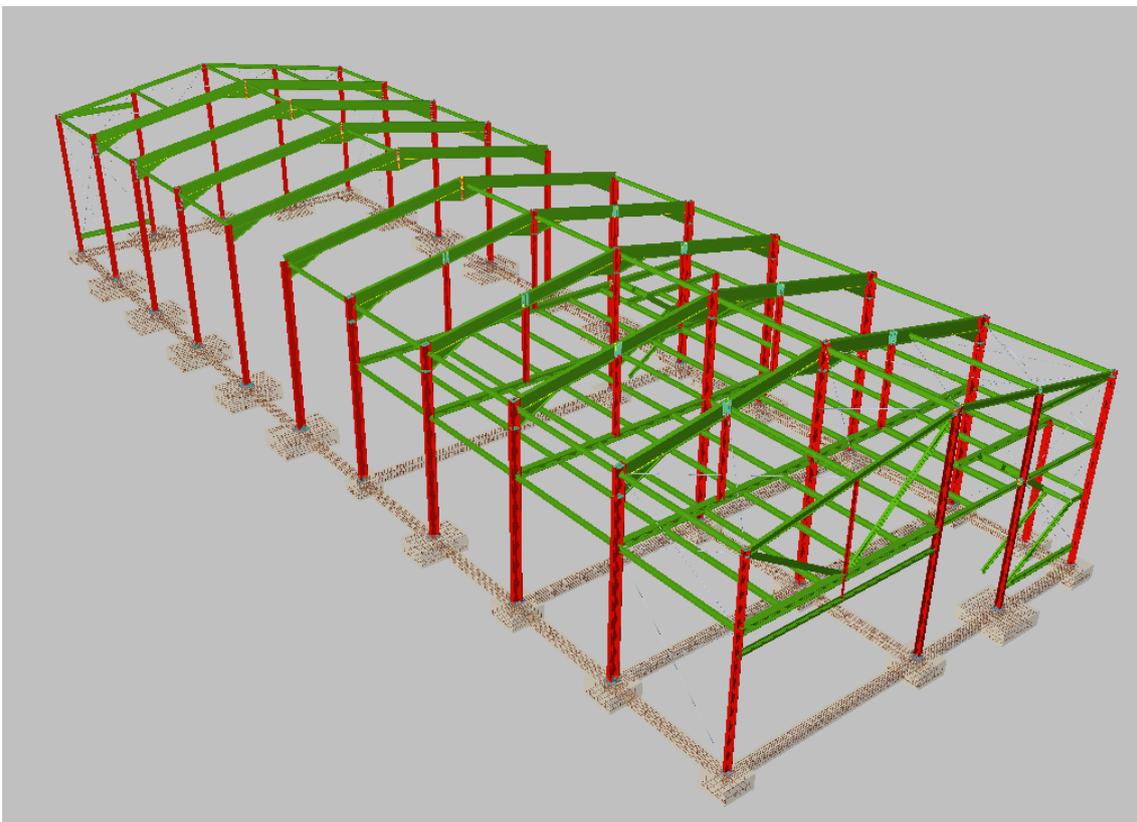


Figura 16. Estructura de la nave y cimentación en 3D

2.3.12.1 Cimentación

Está basada en ocho tipos distintos de zapatas aisladas y dos tipos de vigas de atado. Se construirán con hormigón armado de 25 Mpa. (HA-25) con una capa de 10 cm hormigón de limpieza (HM-25) para la limpieza y nivelado de los fondos de toda la cimentación. El acero para las armaduras será un acero corrugado B 500 S.

En las zapatas irán embebidos pernos de anclaje para los pilares metálicos. Existen 8 tipos diferentes de zapatas las cuales se describen minuciosamente en el apartado de “PLANOS”, así como los diferentes tipos de vigas de atado y placas de anclaje.

Se ha sobredimensionado en anchura la viga de atado perimetral para dar soporte a un pequeño muro de hormigón armado que abarcará todo el perímetro excepto las zonas de puertas para facilitar el remate de los cerramientos de los paramentos verticales.

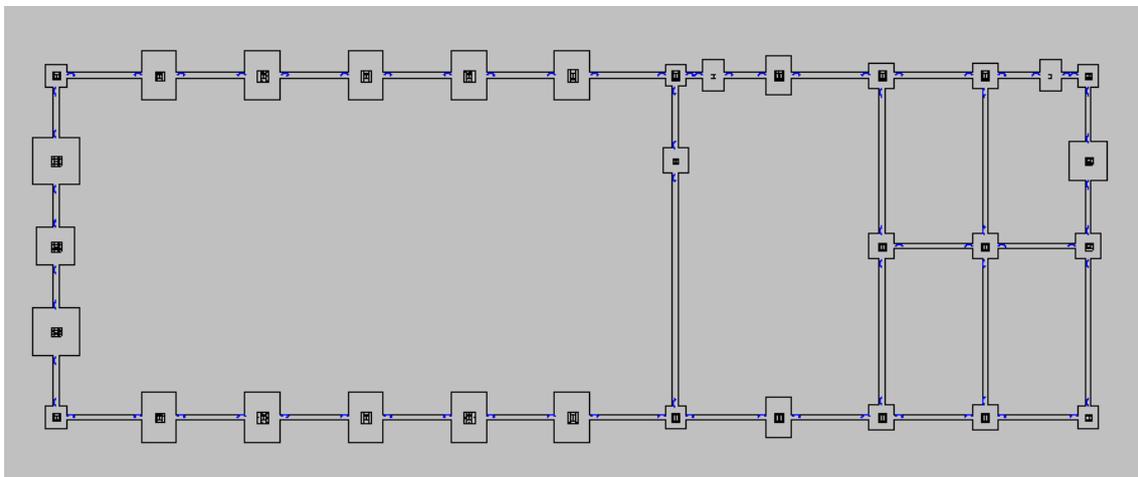


Figura 17. Cimentación

2.3.12.2 Estructura de los pórticos

La estructura de la nave, está formada por 11 pórticos con 20 metros de luz cada uno, con pilares metálicos de acero para todos los pilares de los pórticos, la distancia entre pórticos es constante a lo largo de toda la longitud de la nave, 6 metros, lo que nos da una longitud total de 60 metros. A su vez, la estructura que componen las vigas está compuesta por perfiles de acero IPE 600 para todas las centrales e IPE 270 para los dinteles hastiales.

Los pórticos disponen de unos pilarillos formados por perfiles metálicos HEB 240 en el pórtico 11 y HEB220 en el pórtico 1, de los que su función principalmente es de cerrar la nave y no soportar cargas, excepto las de viento en su dirección longitudinal a la nave. Para los pilares centrales se utilizarán por

un lado HEB 360 en los pórticos que incluyen el forjado hasta la junta de dilatación, y por otro lado, HEB280 desde la junta de dilatación hasta el pórtico 10. Mientras que los pilares hastiales son HEB 220 en el pórtico de la puerta basculante y HEB240 en el pórtico 11. El acero utilizado para la estructura es un acero S 275 JR.

En el documento de “PLANOS” se puede observar con detalle cada uno de los pórticos que forman la nave.

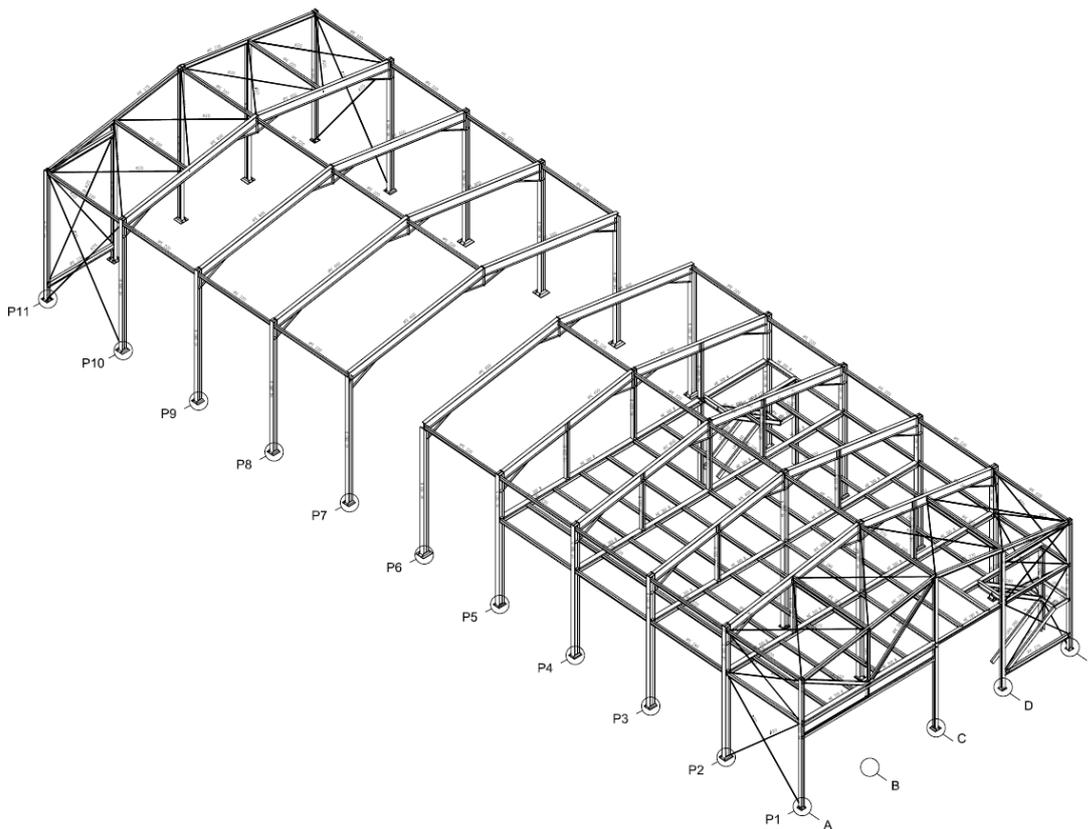


Figura 18. Estructura metálica isométrico

2.3.12.3 Correas de cubierta

El cálculo de las correas se ha realizado mediante el programa “Generador de Pórticos” de CYPE.

La organización más económica de las correas es como vigas continuas apoyadas sobre 10 vanos, pues de esta forma las flechas producidas por las cargas son mucho menores dado que se trata de una disposición más rígida, también lo son los momentos flectores que solicitan a la viga resultando

secciones de menores dimensiones y también lo es la elaboración de las vigas. Como contrapartida exige un especial cuidado para que todos los apoyos estén situados a la misma altura.

Por lo tanto, se ha tenido en cuenta la distinta dimensión de los perfiles con su correspondiente alineación de las alas del exterior de la nave de los mismos, para que de esta manera las correas apoyen directamente sobre los perfiles estructurales.

Para la cubierta inclinada se adoptará una distancia entre correas de 1,95 metros. Se calculará para no sobrepasar los valores admisibles de resistencia y para que no se supere la flecha máxima admisible, tomándose para este valor $L/300$ siendo "L" la distancia entre apoyos en nuestro caso L es 6000mm.

Al disponerse de correas como vigas continuas deben efectuarse empalmes debido a que la longitud de los perfiles laminados es reducida. Estos empalmes se realizarán mediante conectores.

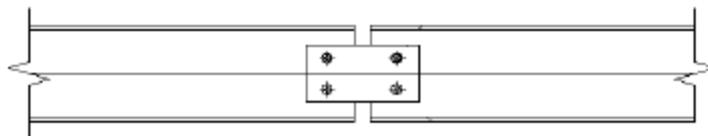


Figura 19. Unión de correas

Como los vanos son de 6 m, se dispondrán de juntas cada dos vanos de manera que se trabaje con vigas de 12-13 metros perfectamente manejables. Contaremos con correas de perfil IPE 160.

Las correas de cubierta de la nave irán unidas a las vigas IPE 270 e IPE 600 mediante tornillería metálica calibrada y entre ellas por medio de chapas laterales como la mostrada en la figura 20.

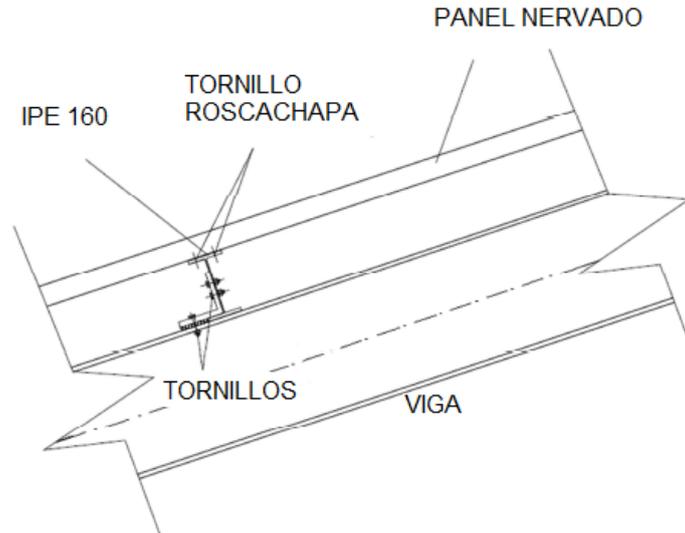


Figura 20. Detalle unión correa-dintel

2.3.12.4 Correas laterales

Las correas laterales tendrán una separación inferior a las correas de la cubierta. Esta distancia será de 1,33 m, tal y como nos lo recomienda el fabricante después de realizar el cálculo de las cargas que van a soportar los paneles laterales.

La organización más económica de las correas es como vigas continuas apoyadas sobre 10 vanos, para el cerramiento lateral; para el cerramiento frontal de correas apoyadas sobre de 4 vanos. Pues de esta forma las flechas producidas por las cargas son menores dado que se trata de una disposición más rígida, también lo son los momentos flectores que solicitan a la viga resultando secciones de menores dimensiones y también lo es la elaboración de las vigas.

Se calcularán para no sobrepasar los valores admisibles de resistencia y para que no se supere la flecha máxima admisible, tomándose para este valor $L/300$ siendo "L" la distancia entre apoyos, en nuestro caso L será 6000 mm en el cerramiento lateral y L es 5000 mm para el cerramiento frontal. Contaremos con correas de perfil IPE 120.

Las correas de fachada irán unidas a los pilares HEB 240, HEB280, HEB360 y HEB 220 mediante tornillería metálica calibrada, directamente a la

estructura habiendo tenido en cuenta la distinta dimensión de los perfiles con su correspondiente alineación de las alas del exterior de la nave de los mismos, para que de esta manera las correas apoyen directamente sobre los perfiles estructurales. Se tendrá en cuenta el hueco de las puertas a la hora de poner las correas.

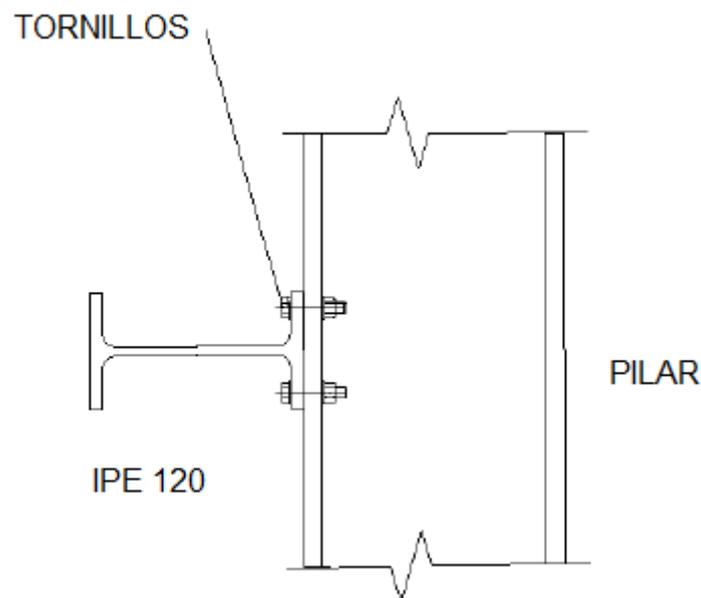


Figura 21. Detalle unión correa-pilar

En los pilarillos HEB 220 y HEB240 de los hastiales se ha utilizado este mismo sistema para la disposición de correas teniendo en cuenta los huecos de la puerta basculante y las puertas de acceso a la nave.

2.3.12.5 Junta de dilatación

El CTE prohíbe la existencia de elementos longitudinales continuos de más de 40 metros de longitud si se quieren despreciar los esfuerzos producidos por las variaciones térmicas. El edificio proyectado cuenta con 50 m de longitud por lo que, deberá optarse por considerar los esfuerzos térmicos o por realizar una junta en el pórtico intermedio del edificio.

En caso de optar por la opción de realizar una junta de dilatación, se realizará en todos los elementos estructurales longitudinales de la nave, es decir, correas, vigas de atado, debiendo coincidir todas en el mismo pórtico. Dichas juntas pueden ser resueltas de varias formas: duplicando pórticos, mediante ménsula, agujeros rasgados, etc. Siendo la primera opción, la menos económica ya que conllevaría la construcción de un pórtico adicional.

La solución que se ha escogido es por realizar una junta de dilatación entre el pórtico número 6, a los 30 metros de la nave tal y como se muestra en la imagen a continuación. En el pórtico siguiente al que finaliza la entreplanta con las uniones de las vigas de atado y correas que llegan a él, las chapas laterales de unión entre elementos dispondrán de agujeros rasgados para que se permita el movimiento relativo entre elementos.

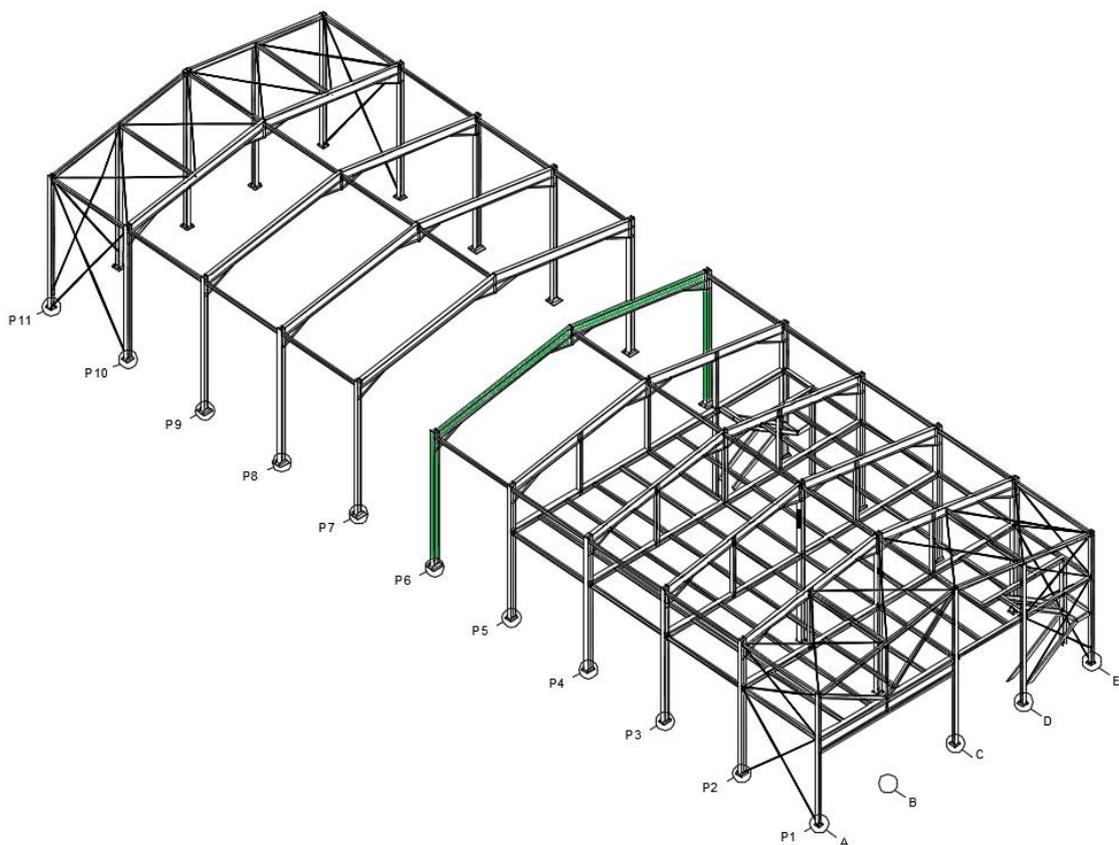


Figura 22. Junta de dilatación

2.3.12.6 Forjado de entreplanta

Los forjados dividen el espacio vertical en sub-espacios, generando diversos planos de utilización dentro del edificio. Se trata de los elementos estructurales que reciben directamente las cargas y transmiten los esfuerzos a los elementos metálicos. Deben ser capaces de resistir las cargas correspondientes a su uso sin presentar deformaciones ni vibraciones excesivas. Según la forma de transmitir las cargas existen varios tipos de forjados entre los que se diferencian los forjados unidireccionales y los bidireccionales:

- Forjado unidireccional: Se trata de los forjados que flectan principalmente en una dirección y que deben apoyar sobre elementos lineales, tales como correas, muros de carga, etc. También pueden presentar una pequeña flexión transversal, que será mucho menor que la flexión principal y en numerosas ocasiones podrá ser despreciada.

- Forjado bidireccional: Se trata de forjados que flectan en dos direcciones, por lo que pueden apoyar sobre elementos lineales o puntuales, tales como pilares, que no tienen por qué estar dispuestos de forma ordenada.

Dada las características de la estructura de la nave se optará por un forjado unidireccional, que apoyará sobre una estructura de entreplanta compuesta por vigas, en las que se utilizarán perfiles laminados en acero S275 JR en concreto vigas HEB 300, 240, IPE 270 y 240 con su correspondiente alineación del ala superior para garantizar la planitud en el apoyo del forjado, que transmitirán las solicitaciones a los pilares, que a su vez las transmitirán a la cimentación.

Dentro de los forjados unidireccionales existen diferentes tipos de soluciones: forjados de chapa colaborante, forjados de losas alveolares o macizas, forjados de bovedillas o viguetas, etc. La elección de una u otra solución se realizará en base a los parámetros y consideraciones constructivas pertinentes.

La entreplanta se ubicará sobre los cuatro primeros vanos de la nave ocupando una superficie de 480 m². La entreplanta estará apoyada sobre 2 pilarillos en el pórtico hastial a una distancia de 5 m entre sí respecto a uno de

los pilares extremos, dejando una luz de 10 metros para el portón. Además, se dispondrán unos pilarillos intermedios en los pórticos contiguos a éste hasta el final de la entreplanta, que se colocarán parte de ellos del suelo a la entreplanta, y otros de la entreplanta al techo, de esta manera se facilitará la expedición.

Se ha optado por emplear un tipo de forjado colaborante. Se trata de un forjado mixto unidireccional en el cual se asocian estrechamente el perfil metálico y el hormigón. Por una parte, el acero absorbe los esfuerzos a tracción que el hormigón es incapaz de absorber por si solo; y por otra, el hormigón, absorbe los esfuerzos a compresión. Los forjados colaborantes soportan tanto cargas estáticas como móviles, repetitivas o aplicadas bruscamente. Siempre que éstas no excedan las indicadas en la normativa vigente de acciones en la edificación.

Se ha escogido un perfil MT-76, con un espesor de 0,8 mm, canto del forjado de 12 cm y un volumen de hormigón de 0,09 m³/m². No hay necesidad de apuntalamiento en su instalación.

Este tipo de perfil está especialmente aconsejado para edificios de estructura metálica, donde la dimensión y espacio son de cierta significación, perfecto para edificios industriales. El acabado de este tipo de forjados es galvanizado.

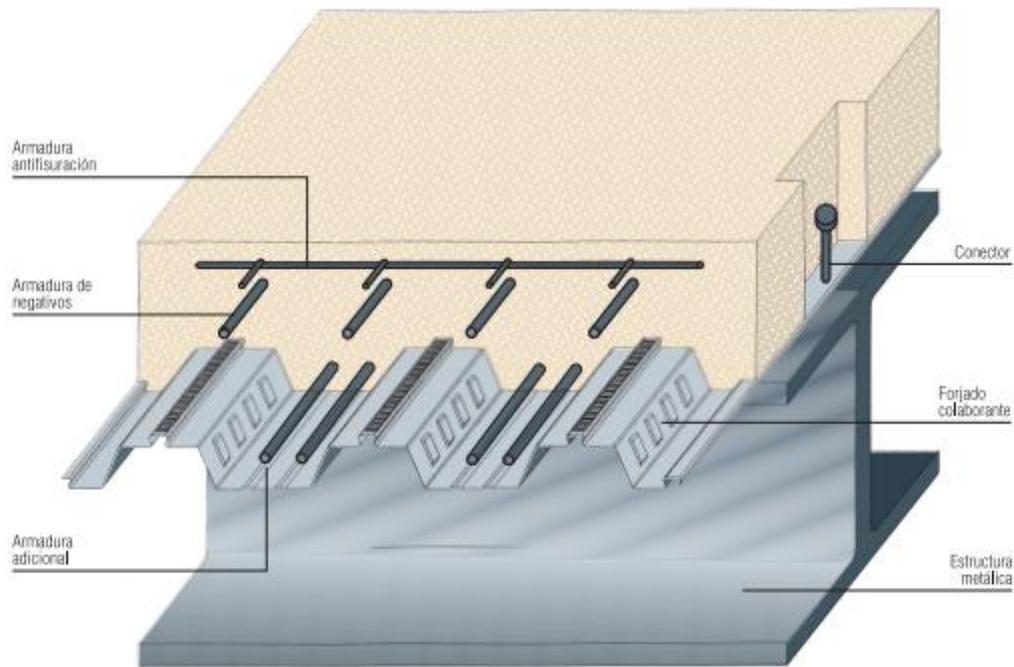


Figura 23. Forjado con chapa colaborante

2.3.12.7 Escalera

Las dos escaleras que unen la planta baja con la primera planta de la zona de oficinas, comedor y vestuarios son de estructura metálica. Se trata de dos escaleras iguales en voladizo, con un descansillo intermedio de 1.09 m, que salva una altura de 5 m entre el forjado y la solera.

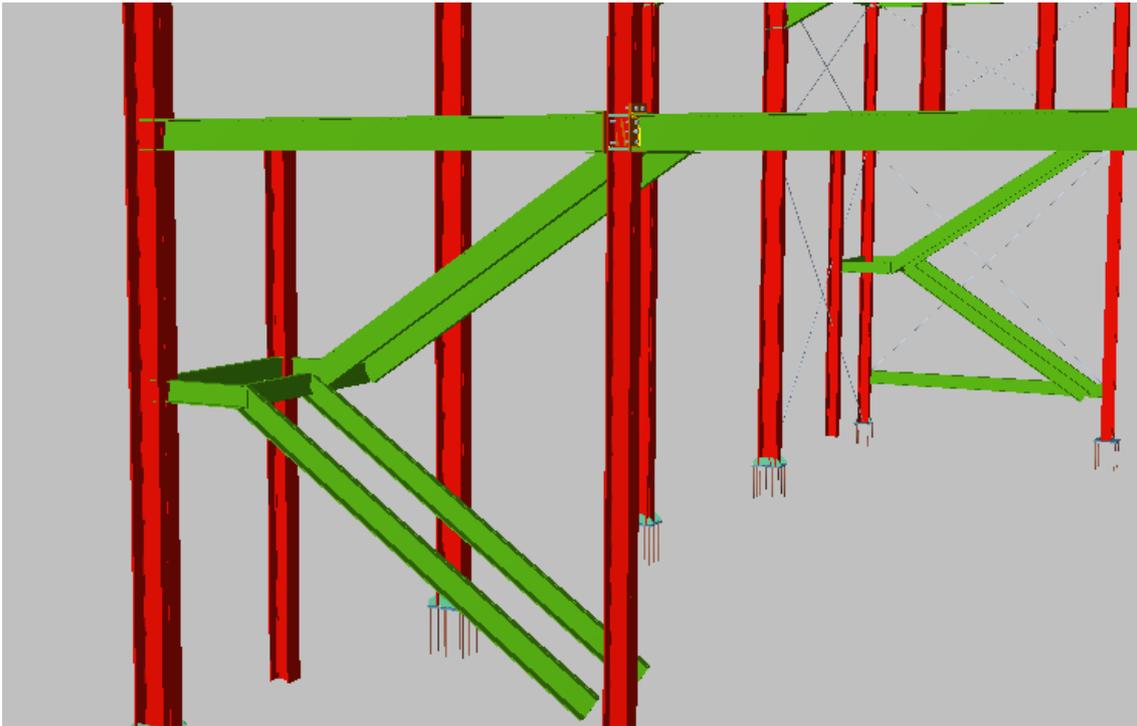


Figura 24. Vista escaleras 3D

Las zancas de la escalera están formadas por perfiles laminados UPN 260 y UPN 220 en descansillo soldados a tope, las mesetas superiores y elementos que se unen al pórtico siguiente para evitar el fallo por torsión de la viga son IPE 240.

El piso de las escaleras es de chapa lagrimada de 5 mm de espesor el cual irá soldado a los perfiles UPN, 26 peldaños con una huella de 280 mm y una contrahuella de 178,5 mm. Las barandillas instaladas son de acero inoxidable AISI 304 con acabado 2B (pulido espejo), compuestas por pasamanos y pies.

La escalera y todos sus elementos cumplen con la normativa vigente, respecto a dimensiones, huecos entre barrotes, relación huella/contrahuella, etc.

2.3.12.8 Cerramiento de cubierta

A la hora de seleccionar el panel de la cubierta se ha seleccionado el “Panel Nervado 1.150” del catálogo “Arclad by ArcelorMittal”. Este panel además presenta unos valores en cuanto al aislamiento acústico para evitar excesivas molestias en situaciones de lluvia, granizo o nieve.



Figura 25. Ilustración panel Nervado

Se ha elegido un espesor del panel de 50 mm ya que el aislamiento térmico que refleja con dicho espesor se ha considerado apropiado para esta nave. De modo que las características técnicas en cuanto a peso propio de este espesor son:

| Espesor nominal (mm.) E | Peso Kg/m ² P | Volumen Empaquetado m ² /m ³ |
|----------------------------|--------------------------------|---|
| 30 | 10,0 | 22 |
| 40 | 10,5 | 18 |
| 50 | 11,0 | 15 |
| 60, 70, 80, 100 y 120* | Bajo consulta | * Solo Artol |

Figura 26. Características técnicas

Tiene un elemento aislante que se utiliza como recubrimiento en cubiertas y fachadas. Se compone de dos parámetros metálicos con un núcleo de espuma de poliuretano y de tapajuntas. El tapajuntas tiene por objeto garantizar la estanqueidad y permite no tener en cuenta los vientos dominantes a la hora del montaje. La concepción de este tipo de paneles ofrece algunas ventajas como eliminar el puente térmico en los puntos de fijación, no existe riesgo de goteras en sus fijaciones, al estar ocultas por el tapajuntas.

| AISLAMIENTO TERMICO | | |
|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| E | Kcal/m ² h °C | W/m ² K |
| 30 | 0,58 | 0,68 |
| 40 | 0,45 | 0,53 |
| 50 | 0,36 | 0,43 |
| 60, 70, 80, 100 y 120* | | Bajo consulta * Solo Artol |

Figura 27. Aislamiento térmico panel nervado

Tras calcular el dato de la carga que tiene que soportar el panel (237,1 Kg/m²) en cubierta, se escoge un cerramiento de cubierta con una resistencia de 250 kg/m² y permite una distancia entre correas que no supere los 2 metros. Por lo tanto, mediante estos datos y según criterio de diseño se decide colocar las correas a una distancia de 1,95 metros.

| SOBRECARGAS DE USO F=L/200 TRIAPOYADO | | | | | | |
|---------------------------------------|-----|---------------|-----|--------------|-----|----|
| E \ L | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 |
| 30 | 230 | 190 | 140 | 90 | | |
| 40 | 260 | 220 | 170 | 115 | 75 | 53 |
| 50 | 290 | 250 | 190 | 135 | 95 | 75 |
| 60, 70, 80, 100 y 120* | | Bajo consulta | | * Solo Artol | | |

Figura 28. Tabla sobrecargas de uso triapoyado

2.3.12.9 Cerramiento lateral

Para la selección del panel se opta por un panel de fachada con fijación vista “MEC”, del catálogo “Italpanelli”. Éste tiene un elemento aislante compuesto de poliuretano, siendo las caras interiores y exteriores chapas de acero precaladas. Se elige un espesor de panel de 30 mm, mientras que el ancho útil será de 1 metro, de forma que se adecua perfectamente a las necesidades en cuanto a la disposición de las láminas de los paneles.



Figura 29. Ilustración del panel seleccionado

De modo que las características técnicas en cuanto a peso propio de este espesor son:

| Espesor del panel (mm) | Espesor Nominal | | Peso panel (kg/m ²) |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | Soporte exterior acero (mm) | Soporte interior acero (mm) | |
| 30 | 0,40 | 0,40 | 7,0 |
| | 0,50 | 0,50 | 8,7 |

Figura 30. Características técnicas

Tras calcular el dato de la carga que tiene que soportar el panel (199,5 Kg/m²) en fachada, se escoge un cerramiento de laterales con una resistencia de 210 kg/m² y permite una distancia entre correas que no supere los 1,5 metros. Por lo tanto, mediante estos datos y según criterio de diseño se ha decidido colocar las correas a una distancia de 1,33 metros.

ESQUEMA ESTÁTICO - Distancia entre apoyos: cm.

| Espesor del panel (mm) | Espesor Nominal | | Peso panel (kg/m ²) | Distancia eficaz apoyo: 100 mm | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Soporte exterior acero (mm) | Soporte interior acero (mm) | | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 |
| 30 | 0,40 | 0,40 | 7,0 | 195 | 140 | 110 | 85 | 70 | 55 | | | | | | | | | |
| | 0,50 | 0,50 | 8,7 | 210 | 180 | 155 | 125 | 100 | 80 | 65 | 55 | | | | | | | |
| 40 | 0,40 | 0,40 | 7,4 | 260 | 190 | 145 | 15 | 90 | 75 | 65 | 55 | | | | | | | |
| | 0,50 | 0,50 | 9,1 | 270 | 235 | 205 | 170 | 140 | 115 | 95 | 80 | 70 | 60 | 50 | | | | |
| 50 | 0,40 | 0,40 | 7,8 | 320 | 235 | 180 | 140 | 115 | 95 | 80 | 65 | 55 | 50 | | | | | |
| | 0,50 | 0,50 | 9,5 | 330 | 280 | 245 | 210 | 170 | 140 | 120 | 100 | 85 | 75 | 65 | 55 | 50 | | |
| 60 | 0,40 | 0,40 | 8,2 | 375 | 275 | 210 | 165 | 135 | 110 | 90 | 80 | 65 | 60 | 50 | | | | |
| | 0,50 | 0,50 | 9,9 | | 320 | 280 | 250 | 200 | 165 | 140 | 120 | 100 | 90 | 75 | 70 | 60 | 55 | 50 |
| 80 | 0,40 | 0,40 | 9,0 | 455 | 355 | 270 | 210 | 170 | 140 | 120 | 100 | 85 | 75 | 65 | 60 | 50 | | |
| | 0,50 | 0,50 | 10,7 | | 390 | 340 | 300 | 260 | 215 | 180 | 150 | 130 | 115 | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 |
| 100 | 0,50 | 0,50 | 11,5 | 530 | 455 | 395 | 350 | 310 | 255 | 215 | 180 | 155 | 135 | 120 | 105 | 95 | 85 | 75 |
| 120 | 0,50 | 0,50 | 12,3 | 590 | 505 | 440 | 395 | 350 | 290 | 240 | 205 | 175 | 155 | 135 | 120 | 105 | 95 | 85 |

Figura 31. Esquema estático

2.3.12.10 Arriostramientos

Para el arriostramiento de los pórticos de la nave, se colocarán redondos de diámetro 20 mm, en modo de Cruz de San Andrés. Se puede observar en los planos la disposición de los arriostramientos. Habrá en el entramado lateral, la viga a contraviento y en los pórticos hastiales.

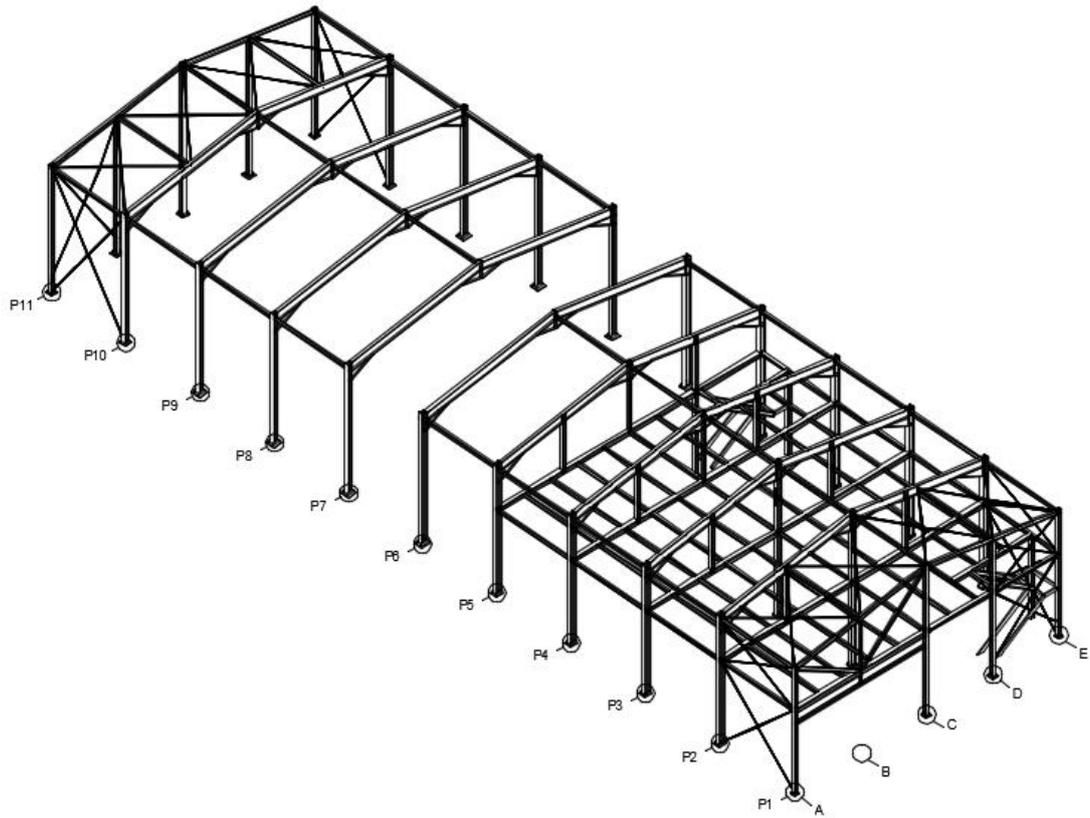


Figura 32. Arriostramientos en vista 3D de la estructura

2.3.12.11 Uniones y empalmes

Las uniones se realizarán mediante uniones atornilladas con tornillería de alta resistencia y las soldaduras que requieran dichas uniones se realizarán en taller para posteriormente ser montado en obra.

Las uniones atornilladas que vayan a transmitir fuerzas principalmente axiales es decir uniones articuladas, se han resuelto mediante chapa lateral con sus correspondientes soldaduras y tornillería. En cambio, uniones que requieran comportamiento de empotramiento atornilladas se han resuelto mayormente mediante chapa frontal con sus correspondientes soldaduras, rigidizadores y tornillería específica.

Las uniones que requieran ser resueltas mediante soldadura como las escaleras, vigas de entreplanta, etc. se realizaran in situ con un control exhaustivo de la calidad de la soldadura.

Se puede observar en el documento 4 cada tipo de unión realizada en el diseño y cálculo de la estructura.

2.3.12.12 Solera

Se realizará en el interior de la nave la solera de 1200 m² mediante hormigón HA-25 de 20 cm de espesor y mallazo 200x200 B500S. Se utilizará material de cantera como subase y una lámina de PVC para impermeabilizarla. Se realizarán cortes de 20 mm para realizar las juntas de retracción correspondientes.

2.3.12.13 Puerta basculante

Para la entrada y salida de material, se colocará en la fachada del pórtico frontal correspondiente al pórtico 1, una puerta basculante de abatible con puerta para peatones de la casa Rolltore Portis. Las puertas tendrán una medida de 9,9m de ancho x 4m de alto.

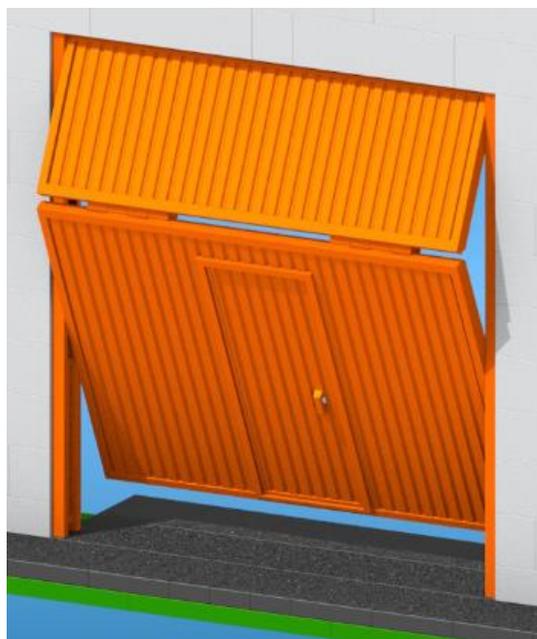


Figura 33. Puerta basculante

2.3.12.14 Puertas de paso

Las puertas interiores serán fenólicas de medidas 101cm x 205cm las simples y de 202cm x 205cm las dobles como la del vestíbulo. Además, contará con dos puertas dobles cortafuegos antipánico en entrada y salida a la sala de recarga de 202 cm X 205 cm.



Figura 34. Puerta doble cortafuegos y antipánico

Las puertas de salida del edificio al exterior contarán con barra antipánico y será de medidas 101cm x 205cm las simples y de 202 cm x 205 cm las dobles.



Figura 35. Puerta doble metálica antipánico

2.3.12.15 Pinturas

Para la protección de la estructura frente al oxido, se aplicará una imprimación de pintura antióxido. Seguido de un pintado con pintura intumescente que garantice una protección R30 de color blanca para metal, RAL 5026.

2.3.12.16 Canalón y bajantes

El cálculo del canalón se ha realizado según las recomendaciones de la NTE. Se colocará un canalón de chapa galvanizada de espesor 1.5mm y sección equivalente $\varnothing 300\text{mm}$ con un 2% de caída, con 4 bajantes por lado también de chapa galvanizada de $\varnothing 125\text{mm}$.

2.3.12.17 Alicatados

El alicatado de los vestuarios y aseos se realizará mediante azulejo de color blanco de 20cm x 20cm. Se recibirá con mortero de cola.

2.3.12.18 Pavimento

El pavimento de los aseos se realizará mediante la colocación de gres. Este se recibirá con mortero de cemento.

2.3.13 Particiones interiores

Se levantarán los tabiques contemplados para los aseos, vestuarios, oficinas, comedor, recepción, sala de reuniones y la zona de recarga.

2.3.14 Acabados

Se realizarán los alicatados de los aseos, colocación de solado de gres, raseados, taquillas, puertas interiores...

2.3.15 Instalaciones

Se procederá a la colocación de todos los conductos necesarios para las instalaciones previstas en el edificio. Con todos los conductos y tomas de corriente ya instalados, se colocarán los urinarios, lavabos....

2.3.16 Urbanización del entorno

Se procederá a urbanizar el entorno de los edificios, para lo que se realizaran labores de asfaltado, creación de zonas verdes, colocación de señalización..., así como una parte del solar con el fin de ampliar la empresa en un futuro.

2.4 NORMAS Y REFERENCIAS

2.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

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

Con ello, el principal marco normativo a seguir en todo momento durante la ejecución de este proyecto será el Código Técnico de la Edificación (CTE) ya que es el que regula las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, en desarrollo de lo previsto en la disposición adicional de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

Dentro del Código Técnico de la Edificación, en su segunda parte destacan los Documentos Básicos que contienen, por un lado, la caracterización de las exigencias básicas y su cuantificación mediante el establecimiento de las características cualitativas o cuantitativas objetivamente identificables del edificio, y por otro lado, unos procedimientos, cuya utilización acredita el cumplimiento de dichas exigencias básicas, que se definen en forma de métodos de verificación o soluciones sancionadas por la práctica.

En este proyecto destacaremos particularmente los siguientes Documentos Básicos:

- Documento Básico de Seguridad Estructural (DB-SE) Tiene como objetivo asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.
- Documento Básico de ACERO (SE-A) Se destina a verificar la seguridad estructural de los elementos metálicos realizados con acero de edificación y se refiere únicamente a la seguridad en condiciones adecuadas de utilización, incluyendo los aspectos relativos a la durabilidad.
- Documento Básico de ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN (SE-AE) Su función consiste en determinar las acciones sobre los edificios para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio.
- Documento Básico de CIMENTOS (SE-C) Se refiere a la seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio de los elementos de

cimentación de todo tipo de edificios, en relación con el terreno, independientemente de lo que afecta al elemento propiamente dicho.

- Documento Básico de SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO (SI) Este documento excluye de su ámbito de aplicación “a los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”.
- Documento Básico de SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD (SUA) Se limita el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatamente durante el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
- Documento Básico de SALUBRIDAD (HS) Se trata de reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro del edificio y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
- Documento Básico de PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO (HR) Se limita el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
- Documento Básico de AHORRO DE ENERGÍA (HE) Ayuda a conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización en el edificio, reduciendo a límites sostenibles su consumo, y también a conseguir que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable.

Según lo explicado respecto al Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio, este proyecto deberá cumplir las directrices que se establecen en el REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIO EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES (Real Decreto 2267/2004), el cual establece los requisitos que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, ya que el ámbito de aplicación de esta normativa incluye a los establecimientos destinados al almacenaje.

Este reglamento ayuda a reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Por otra parte, teniendo en cuenta que el material prioritario tanto en la cimentación de la nave como en el forjado de la entreplanta, es el hormigón armado, también 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 11 de Septiembre, 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.

En lo que respecta a urbanismo, este proyecto es acorde a la Normativa Urbanística Municipal del Gobierno Vasco, la cual tiene por objeto establecer la ordenación urbanística general en todo el territorio del término municipal y la ordenación urbanística detallada en el suelo urbano para el que se ha considerado oportuno habilitar su ejecución directa, conforme a lo dispuesto en la Ley de Ordenación del Territorio y Urbanismo del País Vasco 2/2006, a fin de procurar un marco de habitabilidad adecuado y coherente con el resto de actividades que inciden en la ordenación y desarrollo territorial.

En lo referente al Control de Calidad, este proyecto también cumple con el Decreto 28/1997, de 11 de febrero, por el que se aprueban definitivamente las Directrices de Ordenación Territorial de la Comunidad Autónoma del País Vasco, el cual permite garantizar, a través de los organismos oficiales, el cumplimiento de lo referido en la normativa vigente sobre Control de Calidad en la edificación y también concretar las funciones a desempeñar en esta materia por los facultativos que intervienen en la obra de construcción. Es obligatorio en obras de más de 300.000 €.

Este proyecto también cumple con el Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación en materia de accesibilidad, estableciendo las exigencias dimensionales mínimas que afectan a la accesibilidad y desplazamientos en los edificios de nueva planta, siendo de carácter supletorio de las que puedan dictar las comunidades autónomas en ejercicio de sus competencias. En lo que respecta a la seguridad en el trabajo, este proyecto cumple con la LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (Ley 31/1995) y con las DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN, en las que se desarrolla la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y donde se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud aplicables en las obras.

De manera más genérica, este proyecto cumple con las Normas sobre Redacción de proyectos y dirección de Obras de Edificación, según Decreto 462/1971, donde se establece la obligación de hacer constar expresamente las características que deben reunir los proyectos de obras de edificación de cualquier tipo, así como la obligación de los Órganos encargados de su visado de constatarlo; la obligatoriedad del Libro de Órdenes y Asistencias en toda obra de edificación, y de la expedición del certificado final de obra para la ocupación de cualquier inmueble de promoción privada. También regula la intervención de Colegios profesionales y Oficinas de supervisión de proyectos. Este proyecto cumple además con el Decreto 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Finalmente, y de manera no obligatoria, este proyecto cumple con las Normas Tecnológicas de la Edificación, que regulan cada una de las actuaciones que intervienen en el

proceso edificatorio: diseño, cálculo, construcción, control, valoración y mantenimiento, aunque su carácter es puramente instructivo.

2.4.2 Bibliografía

2.4.2.1 Libros

- “Arte de proyectar en arquitectura”, Ernest Neufert.
- “La estructura metálica hoy”. Tomos I y II., Ramón Argüelles Álvarez.
- Apuntes de Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales 2017/2018.
- Apuntes de Elasticidad y Resistencia de Materiales 2017/2018.
- Apuntes de Mecánica aplicada 2016/2017.

2.4.2.2 Páginas web

- <http://www.amorebieta-etxano.eus>
- <http://web.bizkaia.eus/es/-/oficina-virtual-del-catastro>
- <http://www.soloarquitectura.com/foros>
- <https://www.hiansa.com/es>
- <https://www.autodesk.eu/>
- <http://www.cype.es>
- <http://www.addi.ehu.es>
- <http://www.generadordeprecios.info/>
- <https://www.boe.es/>

- http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_319.pdf

2.4.2.3 Prontuarios y catálogos

- Prontuario de paneles “Arclad by ArcelorMittal”.
- Prontuario de paneles “ITALPANELLI”.
- Prontuario de perfiles de acero IPE, HEB, UPN.
- Prontuario de forjados de chapa colaborante Hiansa.
- Prontuario puertas industriales.

2.4.3 Programas de cálculo

2.4.3.1 Programa CYPE 2016

Para la realización de los cálculos se ha optado por la utilización del programa de cálculo “CYPE”, desarrollado por CYPE ingenieros S.A. En una primera fase se utiliza el “Generador de pórticos” aplicación que permite al usuario diseñar las correas metálicas, tanto en cubierta como en los laterales de la nave. Además, permite generar la geometría del pórtico tipo en dos dimensiones, considerando cargas y coeficientes de pandeo según la descripción y normativa seleccionada. Para calcular los perfiles de las barras que conforman el pórtico es necesario la exportación del fichero a la que sería la segunda parte del programa de “Cype”, esto es, el “Metal-3D”.

Este programa ha sido concebido para realizar el cálculo y dimensionado de estructuras metálicas. El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: pilares, vigas, cimentación, etc.

El Método Matricial conduce a grandes sistemas de ecuaciones lineales mediante la idealización de la estructura real. Este método consiste en suponer desconocidos los desplazamientos y giros de los nudos de un modelo de cálculo y para ello se establecen dos tipos de relaciones: la relación entre los desplazamientos y los esfuerzos que éstos originan en los nudos de las barras, y el equilibrio de fuerzas entre las acciones exteriores a la estructura y los esfuerzos generados en los nudos, obtenidos anteriormente. Planteando las ecuaciones de equilibrio se establece un sistema matricial de ecuaciones cuyas incógnitas son los desplazamientos. Una vez conocidos dichos desplazamientos y su relación con los esfuerzos en los nudos, se calculan los esfuerzos en los extremos de las barras.

Sin embargo, al tratarse de una idealización de la estructura, el modelo de cálculo se aproxima lo máximo posible al comportamiento real de la estructura, pero existen factores que impiden que la fiabilidad ante dichos cálculos sea total. Por ejemplo, las acciones que actúen sobre la estructura pueden ser diferentes a las cargas supuestas o incluso durante la ejecución de la obra la estructura puede sufrir algún cambio. De todas maneras, estas diferencias entre la estructura real y el modelo de cálculo se salvan prácticamente en su totalidad mediante la aplicación estricta de la normativa existente y mediante la experiencia del técnico.

2.4.3.2 Software AUTOCAD 2018

Programa de CAD utilizado para realizar los planos necesarios para definir el proyecto.

2.5 PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

La elaboración del Programa de Control se ha llevado a cabo según el Decreto 209/2014 de 28 de Octubre por el que se regula el Control de calidad en la construcción y tiene por objeto garantizar la verificación y el cumplimiento de la normativa vigente, creando el mecanismo necesario para realizar los ensayos

y pruebas que avalen la idoneidad técnica de los materiales empleados en la ejecución y su correcta puesta en obra, conforme a los documentos del proyecto.

Las características de los materiales definidas en el proyecto, así como las mediciones correspondientes a los mismos y la composición y número de lotes a ensayar de cada uno de ellos, se especifican en el Programa de Control de Calidad.

El Programa de Control una vez terminado se visará por el Colegio Oficial correspondiente y formará parte del Proyecto.

Para la realización de los ensayos, análisis y pruebas se contratará, con el conocimiento de la Dirección Facultativa, los servicios de un Laboratorio de Ensayos debidamente acreditado y antes del comienzo de la obra se dará traslado del “Programa de Control de Calidad” a dicho Laboratorio con el fin de coordinar de manera eficaz el control de calidad. Una vez comenzada la obra la Dirección Facultativa anotará en el “Libro de Control de Calidad” los resultados de cada ensayo y la identificación del laboratorio que los ha realizado, así como los certificados de origen, marcas o sellos de calidad de aquellos materiales que los tuvieran.

Para darse por enterada de los resultados de los ensayos la Dirección Facultativa y el Constructor firmará en el “Libro de Control de Calidad” y reflejará en este y en el correspondiente “Libro de Órdenes” los criterios a seguir en cuanto a la aceptación o no de materiales o unidades de obra, en el caso de resultados discordes con la calidad definida en el Proyecto, y en su caso cualquier cambio con respecto a lo recogido en el Programa de Control.

Finalmente, para la expedición del “Certificado Final de Obra” se presentará en el Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos el “Certificado de Control de Calidad” siendo preceptivo para su visado la aportación del “libro de Control de Calidad”. Este Certificado de Control será el documento oficial garantice del control realizado.

2.6 SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

Para realizar el diseño de las medidas y sistemas de protección contra incendio de la nave industrial se seguirán las siguientes normas:

-Documento básico: Seguridad en caso de incendio CTE DB SI

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

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.

El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio trata de regular las condiciones de protección contra incendios en los establecimientos industriales con carácter horizontal, es decir, que sean de aplicación en cualquier sector de la actividad industrial, para ello se dicta el "REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES" el 3 de Diciembre de 2004.

El objetivo de este reglamento es establecer y definir los requisitos y condiciones a cumplir por los establecimientos industriales nuevos o reformados para su seguridad en caso de incendio.

El ámbito de aplicación de este reglamento son los establecimientos industriales tales como:

- Las industrias, tal como se definen en el artículo 3, punto 1, de la ley 21/1992, de 16 de Julio, de industria.
- Los almacenes industriales.
- Los talleres de reparación y los estacionamientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y transporte de mercancías.
- Los servicios auxiliares o complementarios de las actividades comprendidas en los puntos anteriores.

Aplicando el R.D. 2267/2004 a la presente nave destinada a almacenaje y teniendo en cuenta que, el establecimiento ocupa todo un edificio y que se encuentra a una distancia superior a 3 m de los edificios colindantes, libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar incendio, pertenece al grupo de establecimientos tipo C.

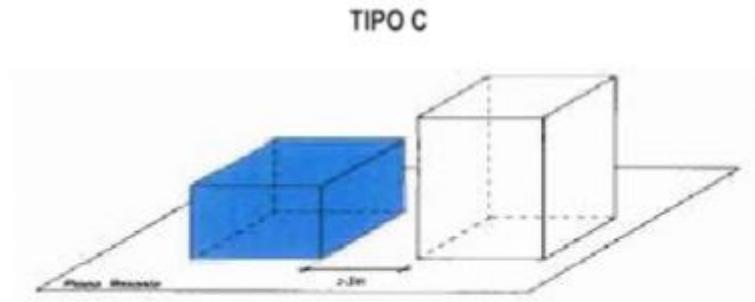


Figura 36. Grupo de establecimiento tipo C

Condiciones de compartimentación en sectores de incendio

Si el edificio tiene más de una planta, la superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 4.000 m². Cuando tenga una única planta, no es preciso que esté compartimentada en sectores de incendio. En este caso la superficie total es de 1200 m² de planta y 480 m² de entreplanta por lo que constará de un único sector de incendio al no considerarse la entreplanta un piso completo.

Se establecerá el Riesgo Intrínseco del establecimiento mediante el cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada corregida.

Los establecimientos industriales se caracterizan, además de por su configuración y ubicación con relación a su entorno, por su nivel de riesgo intrínseco (NRI). El NRI se evalúa calculando la densidad de carga de fuego ponderada y corregida de los distintos sectores o áreas de incendio que configuran el establecimiento industrial, según la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i q_i C_i}{A} R_a$$

Como alternativa a la expresión anterior, y para simplificar el cálculo, se puede evaluar la densidad de carga de fuego ponderada y corregida utilizando la densidad de carga de fuego media, aportada por cada uno de los combustibles, en función de la actividad que se realiza en el sector o área de incendio. Para actividades de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a$$

Descripción de variables:

Q_s= densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m². **G_i** = masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

C_i= coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

R_a=coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².

q_{vi}: carga de fuego aportada por cada m³ de cada zona con distinto tipo de almacenamiento existente en el sector (MJ/m³o Mcal/m³).

h_i: altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles (m)

S_i: superficie ocupada en planta por cada zona con distinto tipo de almacenamiento en el sector de incendio (m²)

En el caso de la nave que se va a construir, hay una única zona de sector de incendio, por lo tanto, “S_i” serían los 1680m².

Los valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad, C_i, de cada combustible pueden deducirse de la tabla 1.1, del Catálogo CEA de productos y mercancías, o de tablas similares de reconocido prestigio cuyo uso debe justificarse.

TABLA 1.1

Grado de peligrosidad de los combustibles

| Valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad C _i | | |
|--|---|---|
| Alta | Media | Baja |
| Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1 | Líquidos clasificados como subclase B2, en la ITC MIE- APQ1. | Líquidos clasificados como clase D, en la ITC MIE-APQ1 |
| Líquidos clasificados como subclase B1, en la ITC MIE-APQ1 | Líquidos clasificados como clase C, en la ITC MIE-APQ1 | |
| Sólidos capaces de iniciar su combustión a temperatura inferior a 100 C | Sólidos que comienzan su ignición a temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C | Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C |
| Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire | Sólidos que emiten gases inflamables | |
| Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire | | |
| C _i = 1,60 | C _i = 1,30 | C _i = 1,00 |

NOTA: ITC MIE-APQ1 del Reglamento de almacenamiento de productos químicos, aprobado por el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril.

Figura 37. Tabla grado de peligrosidad de los combustibles

Como la empresa que le va a dar uso a esta nave hace de intermediario entre un cliente y un vendedor de un producto, esta puede dar lugar al almacenaje de una gran variedad de productos. Por este motivo, lo ideal es ponerse en la situación más desfavorable, quedando definido el grado de peligrosidad en función del producto con el valor del coeficiente de peligrosidad

por combustibilidad más alto. A continuación, se muestra una tabla de valores de densidad de carga de fuego media de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a .

| Actividad | Fabricación y Venta | | | Almacenamiento | | |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|-------|-------------------|---------------------|-------|
| | Q_s | | R_a | q_v | | R_a |
| | MJ/m ² | Mcal/m ² | | MJ/m ² | Mcal/m ² | |
| Negro de humos, en sacos | | | | 12.600 | 3.029 | 2,0 |
| Neumáticos | 700 | 168 | 1,5 | 1.800 | 433 | 2,0 |
| Neumáticos de automóviles | 700 | 168 | 1,5 | 1.500 | 361 | 2,0 |
| Palillos | 500 | 120 | 1,5 | | | |
| Panaderías industriales | 1.000 | 240 | 1,5 | | | |
| Panaderías, almacenes | 300 | 72 | 1,0 | | | |
| Panaderías, laboratorios y hornos | 200 | 48 | 1,0 | | | |
| Paneles de corcho | 500 | 120 | 1,5 | | | |
| Paneles de madera aglomerada | 300 | 72 | 1,5 | 6.700 | 1.611 | 2,0 |
| Paneles de madera contrachapada | 800 | 192 | 1,5 | 6.700 | 1.611 | 2,0 |
| Papel | 200 | 48 | 1,0 | 10.000 | 2.404 | 2,0 |
| Papel, apresto | 500 | 120 | 1,5 | | | |
| Papel, barnizado de I | 80 | 19 | 1,5 | | | |
| Papel, desechos prensados | | | | 2.100 | 505 | 2,0 |

Figura 38. Productos y su grado de peligrosidad

2.6.1 Cálculo

R_a : 2,0

C_i : 1,3

h_i : 1m

q_{vi} : 10.000 MJ/m²

A: 1680 m² (Superficie construida del sector de incendio)

S_i : 1680 m² (Superficie construida del sector de incendio)

$$Q_s = \frac{10.000 \left(\frac{MJ}{m^2}\right) \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1680(m^2)}{1680(m^2)} \cdot 2 = 13000 \left(\frac{MJ}{m^2}\right)$$

Por lo tanto, la densidad de carga de fuego ponderada y corregida será:
13.000MJ/ m².

Con el valor de carga de fuego que ha dado, se va a la tabla 1.3 del
reglamento:

TABLA 1.3

| Nivel de riesgo intrínseco | | Densidad de carga de fuego ponderada y corregida | |
|----------------------------|---|--|---------------------------|
| | | Mcal/m ² | MJ/m ² |
| Bajo | 1 | $Q_s \leq 100$ | $Q_s \leq 425$ |
| | 2 | $100 < Q_s \leq 200$ | $425 < Q_s \leq 850$ |
| Medio | 3 | $200 < Q_s \leq 300$ | $850 < Q_s \leq 1.275$ |
| | 4 | $300 < Q_s \leq 400$ | $1.275 < Q_s \leq 1.700$ |
| | 5 | $400 < Q_s \leq 800$ | $1.700 < Q_s \leq 3.400$ |
| Alto | 6 | $800 < Q_s \leq 1.600$ | $3.400 < Q_s \leq 6.800$ |
| | 7 | $1.600 < Q_s \leq 3.200$ | $6.800 < Q_s \leq 13.600$ |
| | 8 | $3.200 < Q_s$ | $13.600 < Q_s$ |

Figura 39. Nivel de riesgo intrínseco

6.800<13.000<13.600 lo que implica el nivel de riesgo intrínseco es **ALTO 7**.

2.6.2 Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco

2.6.2.1 Fachadas accesibles

Tanto el planeamiento urbanístico como las condiciones de diseño y construcción de los edificios, en particular el entorno inmediato, sus accesos, sus huecos en fachada, etc., deben posibilitar y facilitar la intervención de los servicios de extinción de incendios.

Se consideran fachadas accesibles de un edificio, o establecimiento industrial, aquellas que dispongan de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios.

Los viales de aproximación hasta las fachadas accesibles, deben cumplir las siguientes condiciones:

- Anchura mínima libre: cinco m.
- Altura mínima libre o gálibo: 4,50 m.
- Capacidad portante del vial: 2000 kp/m².

2.6.2.2 Máxima superficie construida admisible en cada sector de incendio

La máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio será la que se indica en la tabla 2.1.

TABLA 2.1

Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio

| Riesgo intrínseco del sector de incendio | | Configuración del establecimiento | | |
|--|---|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | Tipo A m ² | Tipo B m ² | Tipo C m ² |
| Bajo: | | (1) (2) (3) | (2) (3) (5) | (3) (4) |
| | 1 | 2.000 | 6.000 | SIN LÍMITE |
| | 2 | 1.000 | 4.000 | 6.000 |
| Medio: | | (1) (2) (3) | (2) (3) | (3) (4) |
| | 3 | 500 | 3.500 | 5.000 |
| | 4 | 400 | 3.000 | 4.000 |
| | 5 | 300 | 2.500 | 3.500 |
| Alto: | | | (3) | (3) (4) |
| | 6 | | 2.000 | 3.000 |
| | 7 | No admitido | 1.500 | 2.500 |
| | 8 | | No admitido | 2.000 |

Figura 40. Riesgo intrínseco del sector de incendio

En el caso de la nave a construir, teniendo en cuenta que es un edificio de configuración TIPO C y de nivel de riesgo intrínseco ALTO, no puedes superar los 2000m² construidos.

2.6.2.3 Materiales

Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE-EN 13501-1 para aquellos materiales para los que exista norma armonizada y ya esté en vigor el marcado "CE".

Las condiciones de reacción al fuego aplicable a los elementos constructivos se justificarán:

a) Mediante la clase que figura en cada caso, en primer lugar, conforme a la nueva clasificación europea.

b) Mediante la clase que figura en segundo lugar entre paréntesis, conforme a la clasificación que establece la norma UNE-23727.

1-Productos de revestimiento

Los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser:

En suelos: CFL-s1 (M2) o más favorable.

En paredes y techos: C-s3 d0(M2), o más favorable.

Los materiales de revestimiento exterior de fachadas serán C-s3d0 (M2) o más favorables.

2-Productos incluidos en paredes y cerramientos

Cuando un producto que constituya una capa contenida en un suelo, pared o techo sea de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento correspondiente, según el apartado 3.1, la capa y su revestimiento, en su conjunto, serán, como mínimo, EI 30 (RF-30).

3-Resto de productos

Los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado o de ventilación, etc., deben ser de clase C-s3 d0 (M1) o más favorable. Los cables deberán ser no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

La justificación de que un producto de construcción alcanza la clase de reacción al fuego exigida se acreditará mediante ensayo de tipo o certificado de

conformidad a normas UNE, emitidos por un organismo de control que cumpla los requisitos establecidos en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos, se considerarán de clase A 1 (M0).

2.6.2.4 Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante se definen por el tiempo en minutos, durante el que dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica (o capacidad portante) en el ensayo normalizado conforme a la norma correspondiente de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión.

La estabilidad ante al fuego, exigible a los elementos constructivos portantes en los sectores de incendio de un establecimiento industrial, puede determinarse mediante la tabla 2.2 del reglamento.

Teniendo en cuenta que es una nave industrial de cubierta ligera, clasificada como tipo C y de riesgo intrínseco alto 7, podemos decir que la estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes deberá ser R 30 (EF-30).

Tabla 2.3

| NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO | Tipo B | Tipo C |
|-------------------------------|---------------|---------------|
| | Sobre rasante | Sobre rasante |
| Riesgo bajo | R 15 (EF-15) | NO SE EXIGE |
| Riesgo medio | R 30 (EF-30) | R 15 (EF-15) |
| Riesgo alto | R 60 (EF-60) | R 30 (EF-30) |

Figura 41. Estabilidad al fuego

2.6.2.5 Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo de cerramiento (o delimitador) se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones, durante el ensayo normalizado conforme a la norma que corresponda de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión:

- a) Capacidad portante R.
- b) Integridad al paso de llamas y gases calientes E.
- c) Aislamiento térmico I.

Estos tres supuestos se consideran equivalentes en los especificados en la norma UNE 23093.

- a) Estabilidad mecánica (o capacidad portante).
- b) Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes.
- c) No emisión de gases inflamables en la cara no expuesta al fuego.
- d) Aislamiento térmico suficiente para impedir que la cara no expuesta al fuego supere las temperaturas que establece la norma correspondiente.

Los elementos compartimentadores móviles no serán asimilables a puertas de paso a efectos de la reducción de su resistencia al fuego. Todos los huecos, horizontales o verticales, que comuniquen un sector de incendio con un espacio exterior a él deben ser sellados de modo que mantengan una resistencia al fuego que no será menor de:

- a) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de compuertas de canalizaciones de aire de ventilación, calefacción o acondicionamiento de aire.
- b) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de sellados de orificios de paso de mazos o bandejas de cables eléctricos.

c) Un medio de la resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de sellados de orificios de paso de canalizaciones de líquidos no inflamables ni combustibles.

d) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de sellados de orificios de paso de canalizaciones de líquidos inflamables o combustibles.

e) Un medio de la resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de tapas de registro de patinillos de instalaciones.

f) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de cierres practicables de galerías de servicios comunicadas con el sector de incendios.

g) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de compuertas o pantallas de cierre automático de huecos verticales de manutención, descarga de tolvas o comunicación vertical de otro uso.

Cuando las tuberías que atraviesen un sector de incendios estén hechas de material combustible o fusible, el sistema de sellado debe asegurar que el espacio interno que deja la tubería al fundirse o arder también queda sellado.

No será necesario el cumplimiento de estos requisitos si la comunicación del sector de incendio a través del hueco es al espacio exterior del edificio, ni en el caso de tuberías de agua a presión, siempre que el hueco de paso esté ajustado a ellas.

La justificación de que un elemento constructivo de cerramiento alcanza el valor de resistencia al fuego exigido se acreditará:

a) Por contraste con los valores fijados en el apéndice 1 de la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios en los edificios, o en la normativa de aplicación en su caso.

b) Mediante marca de conformidad con normas UNE o certificado de conformidad o ensayo de tipo con las normas y especificaciones técnicas indicadas en el anexo IV de este reglamento.

Las marcas de conformidad, certificados de conformidad y ensayos de tipo serán emitidos por un organismo de control que cumpla las exigencias del Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

2.6.2.6 Ocupación de los establecimientos industriales

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P, deducida de las siguientes expresiones:

$$P = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100.$$

$$P = 110 + 1,05 (p - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200.$$

$$P = 215 + 1,03 (p - 200), \text{ cuando } 200 < p < 500.$$

$$P = 524 + 1,01 (p - 500), \text{ cuando } 500 < p.$$

Donde p representa el número de personas que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

Los valores obtenidos para P, según las anteriores expresiones, se redondearán al entero inmediatamente superior.

En el caso de la nave que se va a construir, el número máximo de personas será 166 ($p=100 < 166 < 200$), por lo que la ocupación se hallará mediante la segunda fórmula:

$$P = 110 + 1,05 (166 - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200. P = 180 \text{ personas}$$

La evacuación de los establecimientos industriales que estén ubicados en edificios de tipo C (según el anexo I) debe satisfacer las condiciones del siguiente apartado.

2.6.2.7 Elementos de evacuación

Origen de evacuación: Todo punto ocupable.

Recorridos de evacuación: La longitud de los recorridos de evacuación por pasillos, escaleras y rampas, se medirá sobre el eje. Los recorridos en los que existan tornos u otros elementos que puedan dificultar el paso no pueden considerarse a efectos de evacuación.

-Altura de evacuación: Es la mayor diferencia de cotas entre cualquier origen de evacuación y la salida del edificio que le corresponda.

-Salidas: Es una puerta o un paso que conducen, bien directamente, o bien a través de otros recintos, hacia una salida de planta y, en último término, hacia una del edificio.

Salida de edificio que es una puerta o un hueco de salida a un espacio exterior seguro con superficie suficiente para contener a los ocupantes del edificio, a razón de 0,50 m² por persona, dentro de una zona delimitada con un radio de distancia de la salida 0,1P m, siendo P el número de ocupantes.

P= 180 personas

Superficie espacio exterior necesaria: 0,50m²/personas =>
0,50x180=90m²

Radio de distancia de la salida: 0,1xP=0,1x180=18 m

2.6.2.8 Compatibilidad de los elementos de evacuación

Los establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia de cualquier superficie y los de uso Docente, Hospitalario, Residencial Público o Administrativo cuya superficie construida sea mayor que 1.500 m², si están integrados en un edificio cuyo uso previsto principal sea distinto del suyo, deben cumplir la siguiente condición:

-Sus salidas de uso habitual y los recorridos hasta el espacio exterior seguro estarán situados en elementos independientes de las zonas comunes del edificio y compartimentados respecto de éste de igual forma que deba estarlo el establecimiento en cuestión, según lo establecido en el capítulo 1 de la Sección

1 de este DB. No obstante, dichos elementos podrán servir como salida de emergencia de otras zonas del edificio.

Por lo tanto, la nave del presente proyecto tiene dos puertas de uso habitual, tres de emergencia y una puerta basculante con una puerta para paso de personal

A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo (Tabla 2.1. Densidades de ocupación).

Teniendo en cuenta que, cuando la configuración no sea típica, por ejemplo porque la planta contenga grandes archivos, muchas salas de reuniones de gran superficie, grandes zonas de circulación, etc., la aplicación de dichas densidades globales de planta o zona puede conducir a ocupaciones poco realistas, tanto por exceso como por defecto, por lo que en tales casos se debe calcular la ocupación de la planta diferenciando zonas y teniendo en cuenta que algunas de ellas es posible que no aporten ocupación propia: archivos, vestíbulos y zonas de circulación, almacén, etc.

NUMERO DE SALIDAS Y RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

Para el número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación hay la siguiente tabla:

Tabla 3.1. Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación⁽¹⁾

| Número de salidas existentes | Condiciones |
|---|---|
| Plantas o recintos que disponen de una única salida de planta o salida de recinto respectivamente | <p>No se admite en <i>uso Hospitalario</i>, en las plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo, así como en salas o unidades para pacientes hospitalizados cuya superficie construida exceda de 90 m².</p> <p>La ocupación no excede de 100 personas, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 500 personas en el conjunto del edificio, en el caso de <i>salida de un edificio de viviendas</i>; - 50 personas en zonas desde las que la evacuación hasta una <i>salida de planta</i> deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente; - 50 alumnos en escuelas infantiles, o de enseñanza primaria o secundaria. <p>La longitud de los recorridos de evacuación hasta una <i>salida de planta</i> no excede de 25 m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 35 m en <i>uso Aparcamiento</i>; - 50 m si se trata de una planta, incluso de <i>uso Aparcamiento</i>, que tiene una salida directa al <i>espacio exterior seguro</i> y la ocupación no excede de 25 personas, o bien de un espacio al aire libre en el que el riesgo de incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc. <p>La <i>altura de evacuación</i> descendente de la planta considerada no excede de 28 m, excepto en <i>uso Residencial Público</i>, en cuyo caso es, como máximo, la segunda planta por encima de la de <i>salida de edificio</i>⁽²⁾, o de 10 m cuando la evacuación sea ascendente.</p> |
| Plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta o salida de recinto respectivamente ⁽³⁾ | <p>La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna <i>salida de planta</i> no excede de 50 m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 35 m en zonas en las que se prevea la presencia de ocupantes que duermen, o en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en <i>uso Hospitalario</i> y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria. - 75 m en espacios al aire libre en los que el riesgo de declaración de un incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc. <p>La longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos <i>recorridos alternativos</i> no excede de 15 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en <i>uso Hospitalario</i> o de la longitud máxima admisible cuando se dispone de una sola salida, en el resto de los casos.</p> <p>Si la <i>altura de evacuación</i> descendente de la planta obliga a que exista más de una <i>salida de planta</i> o si más de 50 personas precisan salvar en sentido ascendente una <i>altura de evacuación</i> mayor que 2 m, al menos dos <i>salidas de planta</i> conducen a dos escaleras diferentes.</p> |

Figura 42. Número de salidas y longitud de recorridos de evacuación

Por lo tanto, en la nave del presente proyecto se cumple la normativa vigente ya que el recorrido es de menos de 50 metros a las salidas de planta.

DIMENSIONAMIENTO DE SALIDAS, PASILLOS Y ESCALERAS

El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación

| Tipo de elemento | Dimensionado |
|--|---|
| Puertas y pasos | $A \geq P / 200$ ⁽¹⁾ $\geq 0,80$ m ⁽²⁾ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m. |
| Pasillos y rampas | $A \geq P / 200 \geq 1,00$ m ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾ |
| Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁶⁾ | En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30$ cm cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30$ cm en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50$ cm. ⁽⁷⁾ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo. |
| Escaleras no protegidas ⁽⁸⁾ | |
| para evacuación descendente | $A \geq P / 160$ ⁽⁹⁾ |
| para evacuación ascendente | $A \geq P / (160-10h)$ ⁽⁹⁾ |
| Escaleras protegidas | $E \leq 3 S + 160 A_S$ ⁽⁹⁾ |
| Pasillos protegidos | $P \leq 3 S + 200 A$ ⁽⁹⁾ |
| En zonas al aire libre: | |
| Pasos, pasillos y rampas | $A \geq P / 600$ ⁽¹⁰⁾ |
| Escaleras | $A \geq P / 480$ ⁽¹⁰⁾ |

Figura 43. Dimensionado de los elementos de la evacuación

- Puertas $180/200= 0,9$ cumple, la puerta más pequeña es de 1,01m. Características de las puertas: De acuerdo con el artículo 8 de la NBE-CPI/96, apartado 8.1. Las puertas de salida serán abatibles con eje de giro vertical y fácilmente operables.
- Pasillo $180/200= 0,9$ cumple, el pasillo es de 2,90 m
- Escaleras evacuación descendente $60/160= 0.375$ m, según indica el DB, la anchura mínima es la que se establece en DB SUA Tabla 4.1. Por lo tanto, cuando $P \leq 100$, anchura mínima será de 1 metro, cumplen. Ambas escaleras son de 1,20m de anchura

CAPACIDAD DE EVACUACION DE ESCALERAS

Tabla 4.2. Capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura

| Anchura de la escalera en m | Escalera no protegida | | Escalera protegida (evacuación descendente o ascendente) ⁽¹⁾ | | | | | |
|--------------------------------|---|---------------------------|---|-----|-----|------|------|-----------------|
| | Evacuación ascendente ⁽²⁾ | Evacuación descendente | Nº de plantas | | | | | |
| | | | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | cada planta más |
| 1,00 | 132 | 160 | 224 | 288 | 352 | 416 | 480 | +32 |
| 1,10 | 145 | 176 | 248 | 320 | 392 | 464 | 536 | +36 |
| 1,20 | 158 | 192 | 274 | 356 | 438 | 520 | 602 | +41 |
| 1,30 | 171 | 208 | 302 | 396 | 490 | 584 | 678 | +47 |
| 1,40 | 184 | 224 | 328 | 432 | 536 | 640 | 744 | +52 |
| 1,50 | 198 | 240 | 356 | 472 | 588 | 704 | 820 | +58 |
| 1,60 | 211 | 256 | 384 | 512 | 640 | 768 | 896 | +64 |
| 1,70 | 224 | 272 | 414 | 556 | 698 | 840 | 982 | +71 |
| 1,80 | 237 | 288 | 442 | 596 | 750 | 904 | 1058 | +77 |
| 1,90 | 250 | 304 | 472 | 640 | 808 | 976 | 1144 | +84 |
| 2,00 | 264 | 320 | 504 | 688 | 872 | 1056 | 1240 | +92 |
| 2,10 | 277 | 336 | 534 | 732 | 930 | 1128 | 1326 | +99 |
| 2,20 | 290 | 352 | 566 | 780 | 994 | 1208 | 1422 | +107 |

Figura 44. Capacidad de evacuación de las escaleras

Las escaleras son de 1,20m ya por lo tanto cumplen con la normativa vigente.

PROTECCION DE LAS ESCALERAS

En la tabla 5.1 se indican las condiciones de protección que deben cumplir las escaleras previstas para evacuación.

Tabla 5.1. Protección de las escaleras

| Uso previsto ⁽¹⁾ | Condiciones según tipo de protección de la escalera | | |
|---|---|------------------------------|-------------------------|
| | No protegida | Protegida ⁽²⁾ | Especialmente protegida |
| Escaleras para evacuación descendente | | | |
| Residencial Vivienda | $h \leq 14$ m | $h \leq 28$ m | |
| Administrativo, Docente, | $h \leq 14$ m | $h \leq 28$ m | |
| Comercial, Pública Concu- rrencia | $h \leq 10$ m | $h \leq 20$ m | |
| Residencial Público | Baja más una | $h \leq 28$ m ⁽³⁾ | Se admite en todo caso |
| Hospitalario | | | |
| zonas de hospitalización o de tratamiento intensi- vo | No se admite | $h \leq 14$ m | |
| otras zonas | $h \leq 10$ m | $h \leq 20$ m | |
| Aparcamiento | No se admite | No se admite | |

Figura 45. Protección de las escaleras

No es necesario la protección para las escaleras.

DOTACIÓN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Las naves deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el “Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios”, en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación. La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento.

Los locales de riesgo especial, así como aquellas zonas cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el

que estén integradas y que, conforme a la tabla 1.1 del Capítulo 1 de la Sección 1 de este DB, deban constituir un sector de incendio diferente, deben disponer de la dotación de instalaciones que se indica para cada local de riesgo especial, así como para cada zona, en función de su uso previsto, pero en ningún caso será inferior a la exigida con carácter general para el uso principal del edificio o del establecimiento.

Tabla 1.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

| Uso previsto del edificio o establecimiento | Condiciones |
|---|---|
| Instalación | |
| En general | |
| Extintores portátiles | Uno de eficacia 21A -113B: <ul style="list-style-type: none">- A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.- En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1⁽¹⁾ de este DB. |
| Administrativo | |
| Bocas de incendio equipadas | Si la superficie construida excede de 2.000 m ² . ⁽⁷⁾ |
| Columna seca ⁽⁵⁾ | Si la altura de evacuación excede de 24 m. |
| Sistema de alarma ⁽⁶⁾ | Si la superficie construida excede de 1.000 m ² . |
| Sistema de detección de incendio | Si la superficie construida excede de 2.000 m ² , detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m ² , en todo el edificio . |
| Hidrantes exteriores | Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² . Uno más por cada 10.000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾ |

Figura 46. Dotación de las instalaciones de protección contra incendios

SEÑALIZACIÓN E ILUMINACIÓN

a) Señalización de evacuación

De acuerdo con el artículo 12 de la NBE-CPI/96, apartados 12.1, 12.2 y 12.3; además, deberán cumplir lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril. Las salidas de recinto, planta o edificio contempladas en el artículo 7 estarán señalizadas.

Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos que deben seguirse desde todo origen de evacuación hasta un punto desde el que sea directamente visible la salida o la señal que la indica.

Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos que deben seguirse desde todo origen de evacuación hasta un punto desde el que sea directamente visible la salida o la señal que la indica y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo. En los puntos de los recorridos de evacuación que deban estar señalizados en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma tal que quede claramente indicada la alternativa correcta.

En dichos recorridos, las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación, deberán señalizarse con la señal correspondiente definida en la norma UNE 23 033 dispuesta en lugar fácilmente visible y próxima a la puerta.

Para indicar las salidas, de uso habitual o de emergencia, se utilizarán las señales definidas en la norma UNE 23 034.

Deben señalizarse los medios de protección contra incendios de utilización manual, que no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida por dicho medio, de forma tal que desde dicho punto la señal resulte fácilmente visible. Las señales serán las definidas en la norma UNE 23 033 y su tamaño será el indicado en la norma UNE 81 501.

b) Iluminación

En los recorridos de evacuación, en los locales de riesgo especial y en los que alberguen equipos generales de protección contra incendios, la instalación de alumbrado normal debe proporcionar, al menos, los mismos niveles de iluminación que se establecen en el artículo 21 para la instalación de alumbrado de emergencia.

Las señales a las que se hace referencia en los apartados a) y b) deben ser visibles, incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Para

ello, dispondrán de fuentes luminosas incorporadas externa o internamente a las propias señales, o bien serán auto-luminiscentes, en cuyo caso, sus características de emisión luminosa deberán cumplir lo establecido en la norma UNE 23 035 Parte 1.

c) Señalización

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

2.7 PRESUPUESTO

| PRESUPUESTO GENERAL | |
|---|---------------------|
| ORDEN | IMPORTE |
| MOVIMIENTO DE TIERRAS Y EXCAVACIONES | 24.781,67 € |
| CIMENTACIÓN Y HORMIGONADO | 132.691,21 € |
| ESTRUCTURA METÁLICA | 282.920,72 € |
| CERRAMIENTO | 82.922,22 € |
| ALBAÑILERÍA | 43.796,93 € |
| CARPINTERÍA | 12.743 € |
| PINTURAS | 54.900,24 € |

| | |
|--|---------------------|
| FONTANERÍA | 50.246,1 € |
| PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS | 3.851,66 € |
| ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD | 36.750,05 € |
| PLAN DE CONTROL DE CALIDAD | 3.810,10 € |
| PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS | 241,94 € |
| PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL | 729.655,84 € |

| | |
|---|-----------------------|
| BENEFICIO INDUSTRIAL (6% P.E.M) | 43.779,35 € |
| GASTOS GENERALES (13% P.E.M) | 94.855,27 € |
| PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA | 868.290,56 € |
| I.V.A. (21%) | 182.341,01 € |
| PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (CON I.V.A.) | 1.050.631,57 € |

2.8 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución previsto será de 9 meses y la obra dará comienzo en Noviembre de 2018.