



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA  
INDUSTRIAL DE BILBAO**



GADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2013 / 2014

**RESUMEN**

**CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON GRÚA  
PUENTE DE 6.3 T, DESTINADA A LA PRODUCCIÓN Y  
ALMACENAMIENTO DE BOMBAS HIDRÁULICAS.**

**DATOS DEL ALUMNO/A**

NOMBRE: ESTER

APELLIDOS: LAZCANO BUSTO

FDO.:

FECHA: 19-06-2014

**DATOS DEL DIRECTOR/A**

NOMBRE: ERIK

APELLIDOS: MACHO MIER

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA: 19-06-2014



## RESUMEN

1. OBJETO DEL PROYECTO .....	1
2. UBICACIÓN.....	2
3. DOCUMENTACIÓN .....	2
4. DESCRIPCIÓN.....	3
5. CÁLCULO .....	7
6. PLANOS .....	11
7. PRESUPUESTO .....	12
8. NORMAS Y REFERENCIAS .....	13
8.1.- Disposiciones legales y normas aplicadas .....	13
8.2.- Bibliografía .....	14
8.3.- Programas de cálculo .....	15



## RESUMEN

### 1. OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto que se presenta a continuación recoge el cálculo y dimensionamiento de una nave industrial para la producción y almacenaje de bombas hidráulicas de pequeño y gran tamaño, con grúa puente de capacidad 6,3 Tn y una zona de oficinas donde se ubican los departamentos de: ingeniería, delineación, control y calidad, i+D y administración.

Se plantea el cálculo y diseño de dicho proyecto por petición del ayuntamiento de Erandio, formando parte del Plan General de Ordenación urbana de la zona, cuya finalidad es recuperar y promover el negocio industrial. De esta manera, se da respuesta a las nuevas necesidades derivadas de los cambios experimentados en el modelo de desarrollo social, económico y medioambiental del municipio, considerando ante todo, el cuidado medioambiental.



El proceso de producción a desempeñar en la nave, consta única y exclusivamente de la parte de mecanizado, montaje, medición, ajuste y etiquetado de las bombas hidráulicas.

## **2. UBICACIÓN**

El pabellón está situado, en el Polígono Playabarri, actualmente zona abandonada, en un entorno industrializado, bien ubicado y comunicado del municipio vizcaíno de Erandio. Dicho polígono se encuentra concretamente entre la carretera BI-735 y el río Asua.



## **3. DOCUMENTACIÓN**

El presente proyecto cuenta con la siguiente documentación:

DOCUMENTO 1: ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 2: MEMORIA

DOCUMENTO 3: ANEXOS

3.1.- CÁLCULOS

3.2.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

DOCUMENTO 4: PLANOS

DOCUMENTO 5: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 6: ESTADO DE LAS MEDICIONES

DOCUMENTO 7: PRESUPUESTO

DOCUMENTO 8: ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

8.1.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

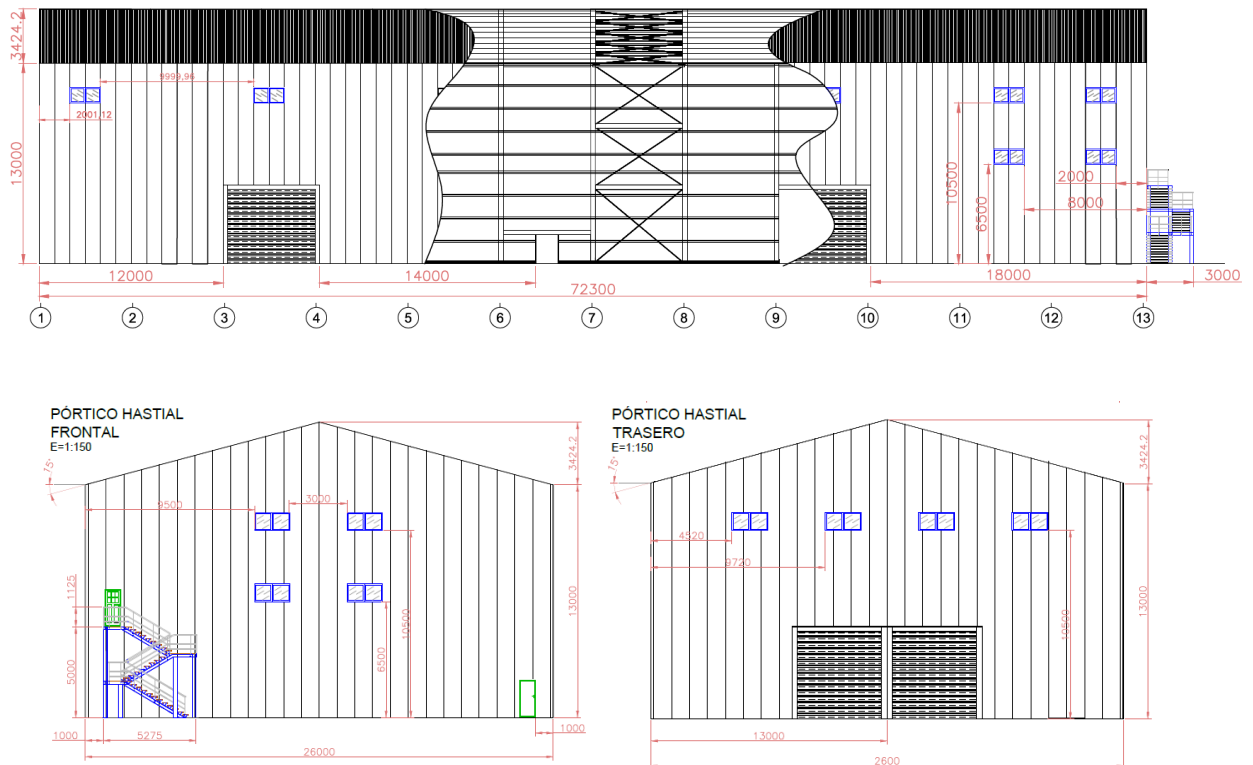
8.2.- ESTUDIO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

8.3.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

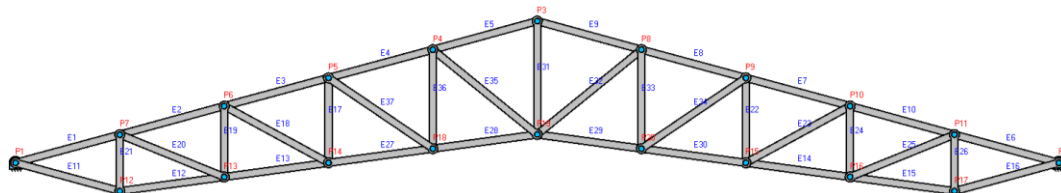
8.4.- ESTUDIO DE IMPACTO MEDIAMBIENTAL

## 4. DESCRIPCIÓN

La nave cuenta con 72 m de longitud, 26 m de anchura y 16,42 m de altura hasta la cumbre. Se dispone de una junta de dilatación en el pórtico central.



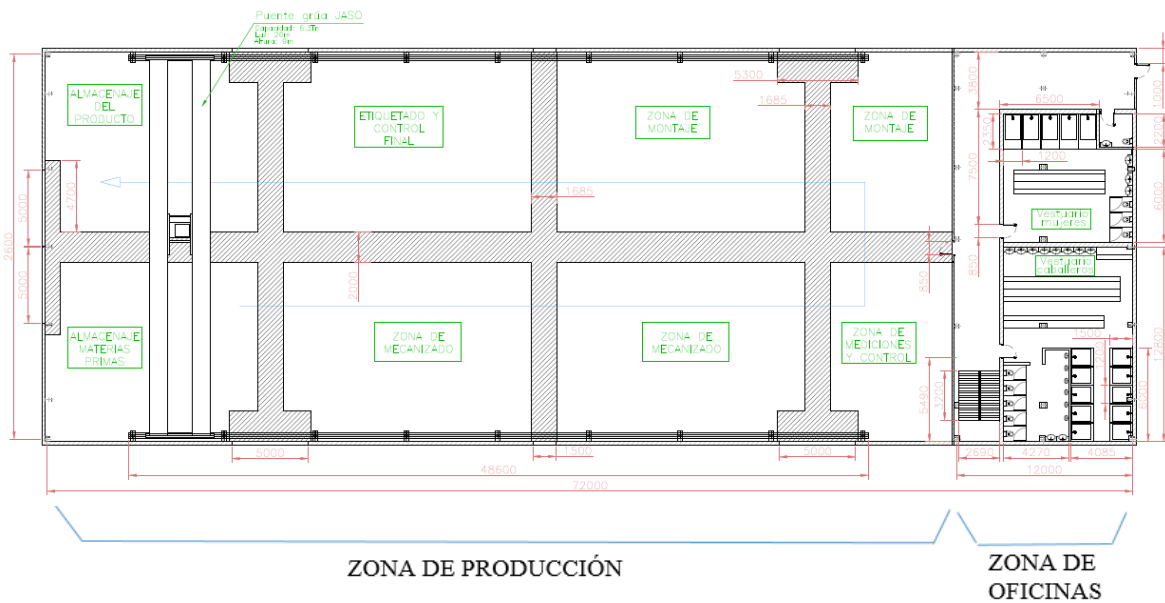
La nave industrial cuenta con una celosía especialmente diseñada para este proyecto, la cual juega un papel fundamental en la estructura, no sólo por su funcionalidad sino por su innovación en lo que a la geometría se refiere, disminuyendo su habitabilidad y consiguiendo que las barras trabajen de manera similar a las de una celosía americana común.



Por todo ello se puede decir que dimensionalmente esta nave cumple las expectativas para las que ha sido proyectada.

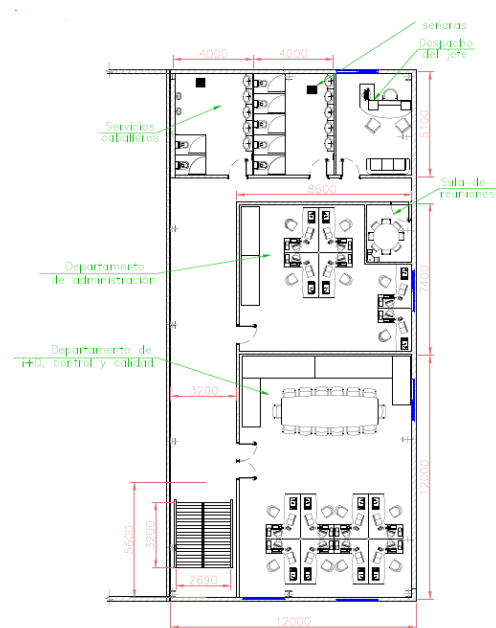
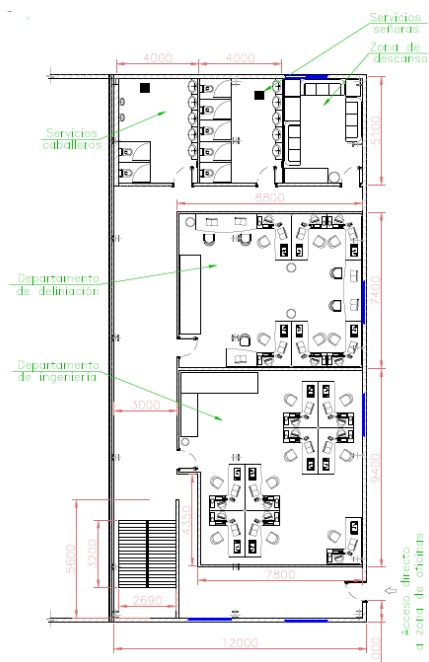
La distribución y diseño de la nave están enfocados al proceso de producción de bombas industriales y al confort de todos los empleados de la empresa, ambientando un lugar de trabajo agradable para todos.

La nave se divide en dos zonas generales que son la zona de producción y la zona de oficinas. La primera de ellas dispone de un puente grúa con capacidad de 6.3 Tn Por otro lado, la zona de oficinas cuenta con de tres plantas distribuidas por departamentos que favorecen el trabajo en equipo.



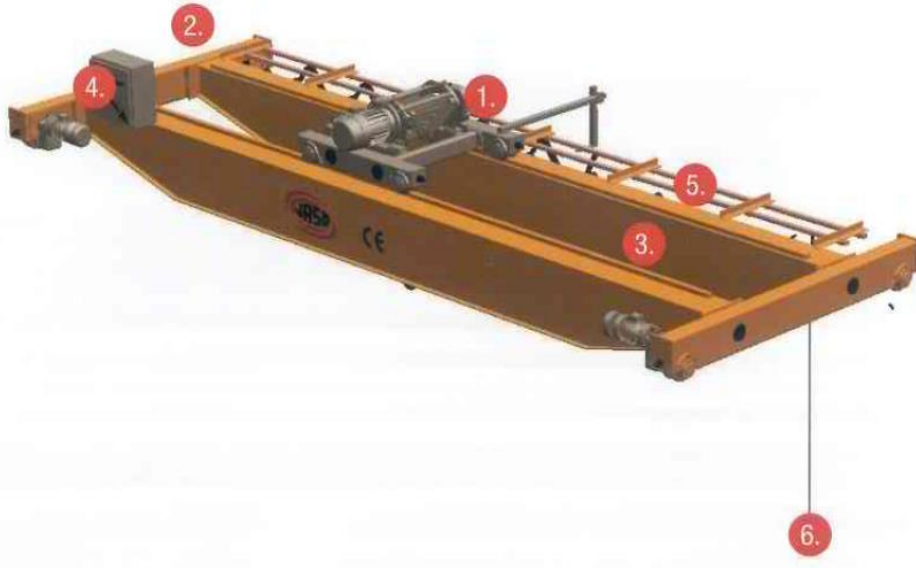
1ª PLANTA

2ª PLANTA

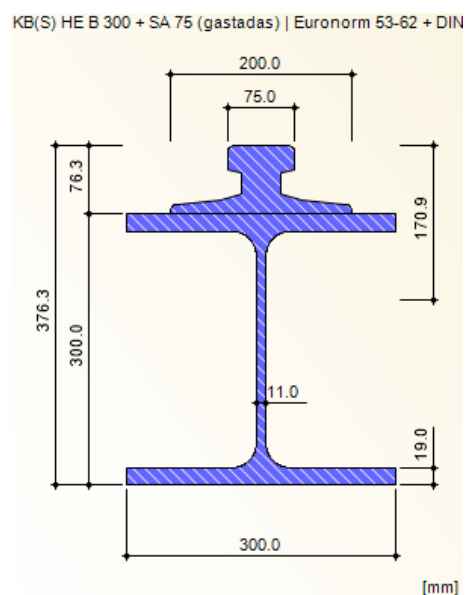


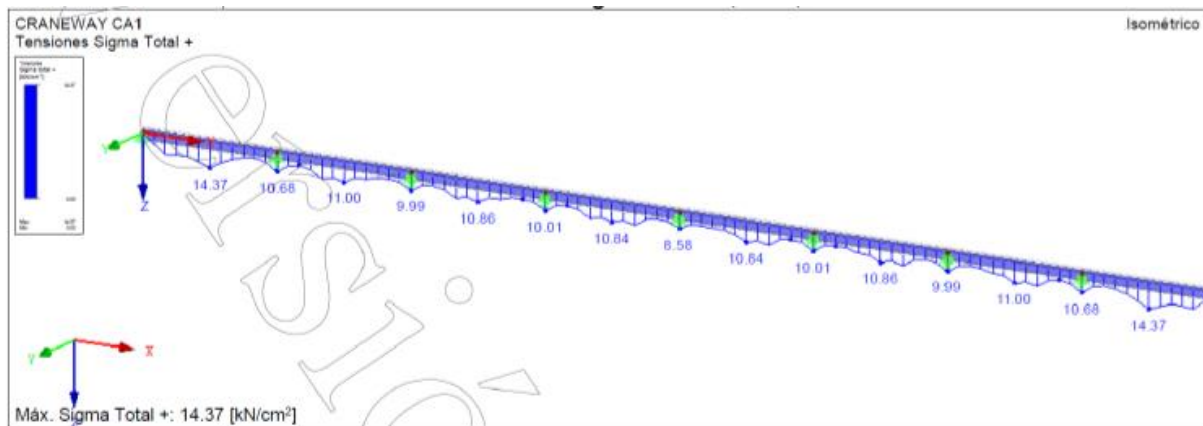


Como ya se ha comentado, la nave dispone de un puente grúa marca JASO con capacidad de 6,3 Tn, una luz entre ruedas de 26 m y dispuesta a 9 m de altura. El objeto de su instalación es facilitar el traslado y manejo de material y producto fabricado. Esta grúa se desplazará a lo largo de 8 vanos pertenecientes a la zona de fabricación tal y como se muestra en la imagen de distribución en planta.

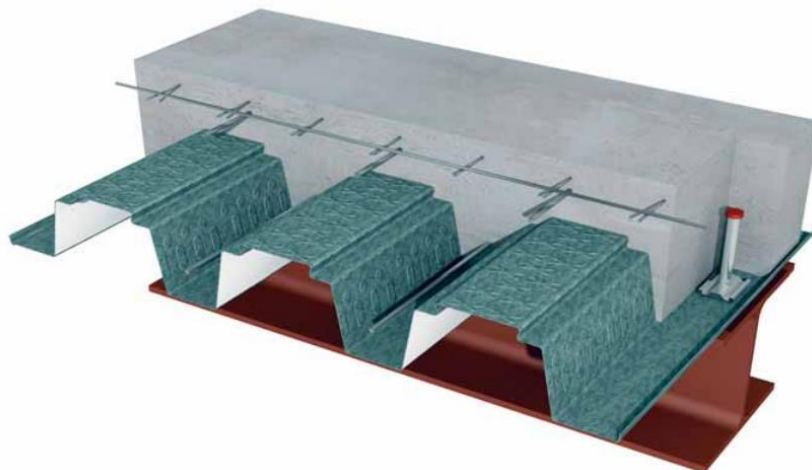


Para el cálculo de la viga carril, se ha utilizado la versión de prueba del programa informático CRANEWAY 8.xx. Dicho programa realiza el Cálculo de vigas carril para puentes grúa según las normas EN 1993-6, DIN 4132 y DIN 18800. Tra realizar el correspondiente cálculo se ha obtenido una viga carril KB (s) HE + SA 75 8(gastadas) con las siguientes dimensiones:





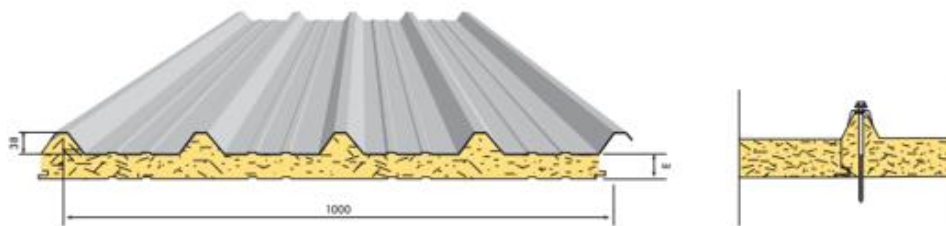
Para la entreplanta se opta un forjado colaborante tipo MT-100 (llamado así por la altura de greca de 100 mm) y espesor 1.20 mm sin necesidad de apuntalamiento en su instalación. Dicho perfil de forjado está particularmente indicado para edificios de importantes dimensiones con estructura metálica y luz entre apoyos significativa como es el de este proyecto.



## 5. CÁLCULO

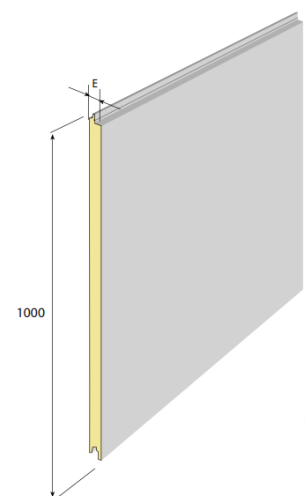
Se ha tomado como solución constructiva calcular y diseñar una estructura metálica por el abanico de ventajas que presenta, como pueden ser: resistencia, ductilidad, homogeneidad, rapidez de montaje, menor coste de cimentación, solventar grandes luces, adaptabilidad... Además da la posibilidad de ser preparada en taller, lo que se traduce en que los elementos llegan a obra prácticamente elaborados, necesitando un mínimo de operaciones para quedar terminados.

El cerramiento de cubierta consistirá en unos paneles prefabricados de tipo sándwich de la gama “Promistyl” suministrado por la empresa “Arval” que se componen de dos paramentos metálicos con un núcleo de lana de roca de 100 mm, destinados particularmente a cerramientos industriales. Son capaces de soportar 348 kg/m<sup>2</sup>. El peso por unidad de superficie es de 24,2 kg/m<sup>2</sup>. Pudiendo considerarse a efectos de cálculo como cubierta ligera.



Además, la estructura se ha estudiado con la posibilidad de instalar paneles fotovoltaicos Kalzip SolarClad, considerando el medioambiente y fomentando el consumo de energías renovables y limpias en el entorno.

Los cerramientos de fachada también son paneles prefabricados de tipo sándwich, consistentes en dos caras exteriores de acero galvanizado prelacado de 0,5 mm en cara interior y 0,7 mm de espesor en la cara exterior, unidas entre sí por un núcleo central aislante de espuma de 60 mm de espesor. Son capaces de soportar 300 kg/m<sup>2</sup> y pesan 11,7 kg/m<sup>2</sup>.



Para las correas tanto en cubierta como en los laterales se consideran con perfil en Z, puesto que son perfiles conformados en frío que tienen como característica una buena relación resistencia-peso. Teniendo en cuenta que las correas están dispuestas longitudinalmente a lo largo de toda la nave, se considera la colocación de una junta de dilatación en el pórtico central

Tras calcularlas con el programa “Generador de Pórticos” de CYPE se obtiene como resultado:

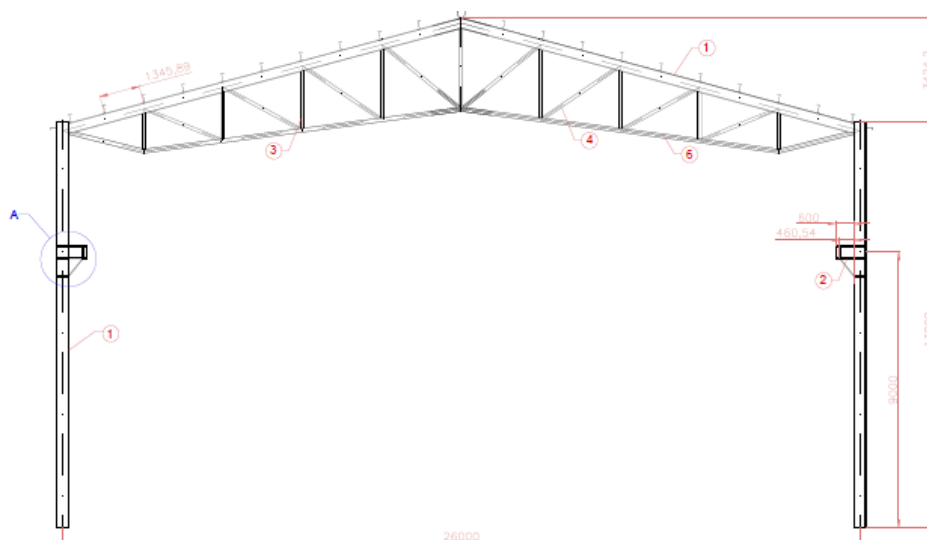
- CUBIERTA: Correas de perfil ZF-275 x 2,5 dispuestas cada 1,35 m a lo largo del cordón superior de la celosía.
- LATERAL: Correas de perfil ZF-200 x 3,0 dispuestas cada 1,5 m

La estructura de la nave está compuesta por un total de 13 pórticos biempotrados en su base, compuestos todos ellos de acero S-275 y dispuestos con una separación 6 m entre ellos.

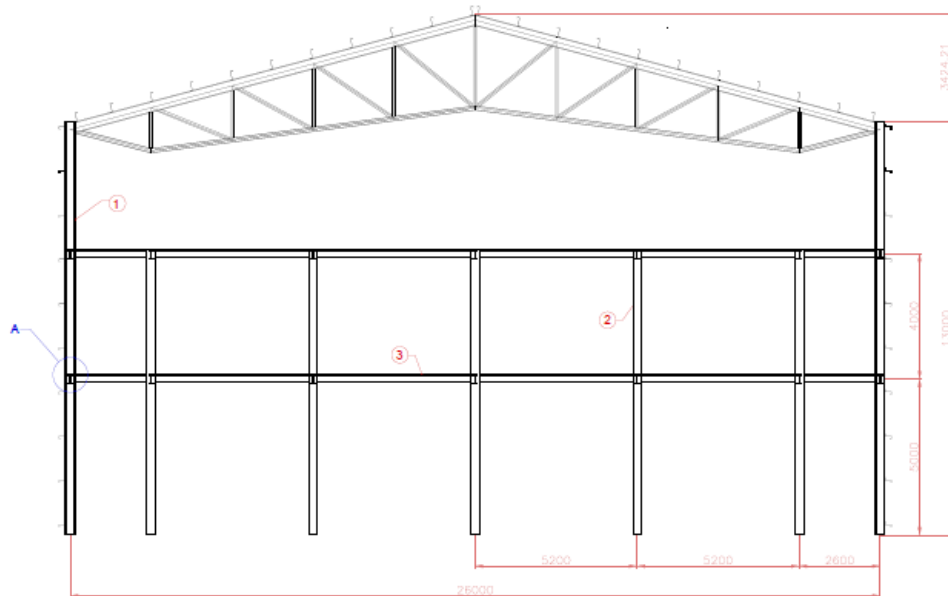
Mediante el software “Nuevo Metal 3D” de CYPE se han obtenido los resultados finales de la estructura teniendo como objeto la obtención de una solución óptima.

Se presentan 4 tipos de pórticos a lo largo de toda la nave:

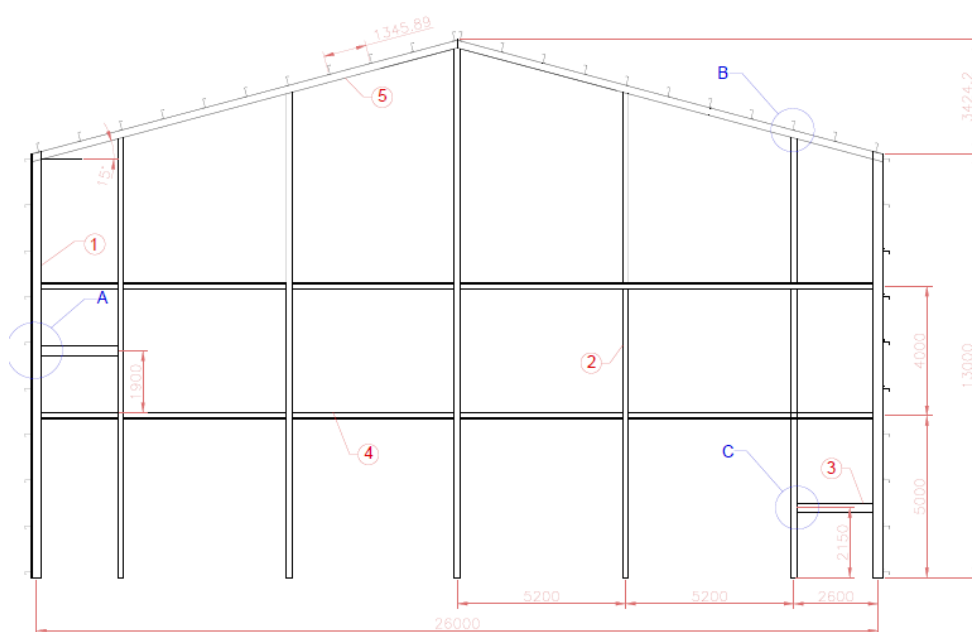
- **Pórtico tipo:** consta de un dintel con viga en celosía y unos pilares con perfiles HEB-400 con disposición de ménsula con mismo perfil que el pilar acartelada y con rigidizadores a 9 m de altura para garantizar un empotramiento perfecto ménsula-pilar.



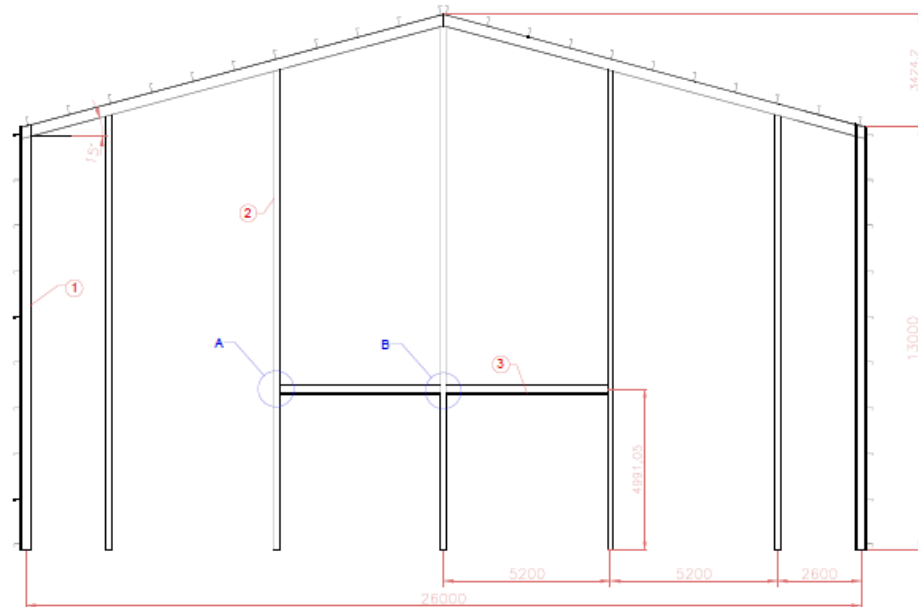
- **Pórtico 2 y 3 zona entreplanta:** consta de un dintel con viga en celosía y unos pilares con perfiles HEB-300 a los cuales irán articulados los cabios que componen la entreplanta.



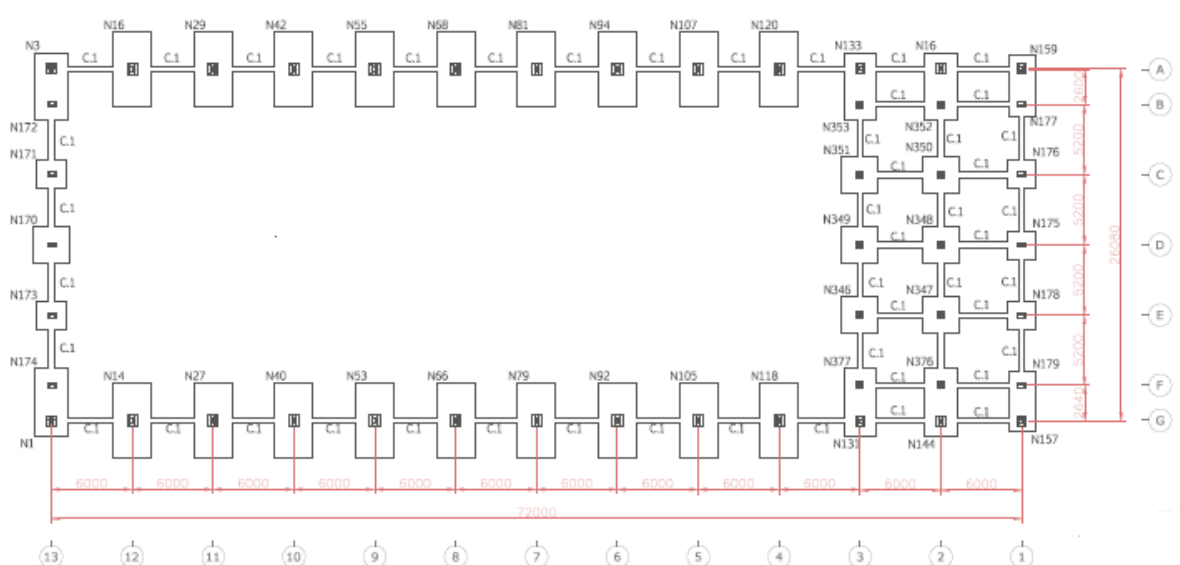
- **Pórtico hastial delantero:** consta de un dintel simple con perfil IPE-240, unos pilares HEB-320 y unos pilarillos IPE-450. Los cabios que componen la entreplanta son de perfil HEB-200 y están unidos con vigas de sección IPE-300. Este pórtico también consta con dinteles de las puertas.



- **Pórtico hastial trasero:** consta de un dintel simple con perfil IPE-360, unos pilares HEB-320 y unos pilarillos IPE-450. Además consta de dinteles con perfiles de sección IPE-300 para la instalación de dos portones.



En lo que a cimentación se refiere, se ha optado por diseñarla a base de zapatas aisladas unidas mediante vigas de atado para evitar los desplazamientos.



## **6. PLANOS**

<b><u>PLANO N°</u></b>	<b><u>TÍTULO DEL PLANO</u></b>	<b><u>FORMATO</u></b>
1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	A3
2	SITUACIÓN	A3
3	URBANIZACIÓN	A3
4	ESTRUCTURA EN 3D	A2
5	PLACAS DE ANCLAJE	A2
6	ZAPATAS	A2
7	VIGAS DE ATADO	A3
8	PÓRTICO TIPO	A3
9	MÉNSULA	A3
10	PÓRTICO HASTIAL FRONTAL (I)	A3
11	PÓRTICO HASTIAL FRONTAL (II)	A3
12	PÓRTICO HASTIAL TRASERO (I)	A3
13	PÓRTICO HASTIAL TRASERO (II)	A3
14	PÓRTICO ENTREPLANTA (I)	A3
15	PÓRTICO ENTREPLANTA (II)	A3
16	ARRIOSTRAMIENTO Y VIGAS DE ATADO (I)	A3
17	ARRIOSTRAMIENTO Y VIGAS DE ATADO (II)	A3
18	ARRIOSTRAMIENTO Y VIGAS DE ATADO (III)	A3
19	ARRIOSTRAMIENTO Y VIGAS DE ATADO (IV)	A3
20	PLANTA	A3
21	CELOSÍA (I)	A3
22	CELOSÍA (II)	A3
23	CELOSÍA (III)	A3
24	CONJUNTO	A2
25	ESCALERAS EXTERIORES	A3
26	DETALLE CUMBRERA Y CANALÓN	A3
27	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	A2
28	SOLERA	A2
29	SANEAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES	A3
30	SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	A3
31	SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS	A2

## **7. PRESUPUESTO**

<b><u>CAPÍTULO</u></b>	<b><u>DENOMINACIÓN</u></b>	<b><u>IMPORTE</u></b>
CAPÍTULO 1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	44.421,09 €
CAPÍTULO 2	CIMENTACIÓN	136.952,59 €
CAPÍTULO 3	ESTRUCTURA METÁLICA	390.845,51 €
CAPÍTULO 4	GRÚA PUENTE	44.000 €
CAPÍTULO 5	PANELES FOTOVOLTAICOS	23.604 €
CAPÍTULO 6	CERRAMIENTO	120.107,63 €
CAPÍTULO 7	ALBAÑILERÍA	175.753,88 €
CAPÍTULO 8	CARPINTERÍA	16.889,09 €
CAPÍTULO 9	PINTURAS	70.560 €
CAPÍTULO 10	FONTANERÍA	41.903,11 €
CAPÍTULO 11	INSTL. ELÉCTRICA	51.352,01 €
CAPÍTULO 12	INSTL. CONTRA INCENDIOS	4.526,21 €
CAPÍTULO 13	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	23.055,32 €
CAPÍTULO 14	PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	4.065,57 €
CAPÍTULO 15	PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS	258,25 €
	Total ejecución material	1.146.819,328 €
	13% gastos generales	149.086,51 €
	6% Beneficio industrial	68.809,16 €
	Total presupuesto contrata	1.364.714,99 €
	21% IVA	286.590,15 €
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	
	<b>CONTRATA (IVA INCLUIDO) (€)</b>	<b>1.651.305,14 €</b>



**EL PRESUPUESTO DE CONTRATA IVA INCLUIDO ASCIENDE A:**  
**UN MILLÓN SEISCIENTOS CINCUENTA Y UN MIL TRESCIENTOS**  
**CINCO EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS DE EURO**

## **8. NORMAS Y REFERENCIAS**

### **8.1.- DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS**

El principal marco normativo que se ha seguido en todo momento durante la ejecución de este proyecto es 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).

Se destaca particularmente los siguientes Documentos Básicos:

- Documento Básico de Seguridad Estructural (DB-SE):
- Documento Básico de ACERO (SE-A)
- Documento Básico de ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN (SE-AE)
- Documento Básico de CIMIENTOS (SE-C)
- Documento Básico de SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO (SI)
- Documento Básico de SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN (SU)
- Documento Básico de SALUBRIDAD (HS)
- Documento Básico de PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO (HR)
- Documento Básico de AHORRO DE ENERGÍA (HE)

Además se consideran:

- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (Real Decreto 2267/2004).
- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-08), según Real Decreto 956/2008 de 6 de Junio.
- Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Erandio, de acuerdo con lo establecido en el artículo 67 de la Ley 2/2006 de Suelo y Urbanismo del País Vasco.
- Evaluación ambiental estratégica regulado por el Real Decreto 211/2012, de 16 de octubre.
- Real Decreto 238/1996 del Boletín Oficial del País Vasco nº 215 de 22 de octubre, de control de calidad de la construcción.
- Norma UNE 76-201-88 en donde se refleja las bases de cálculo específicas para los caminos de rodadura de los puentes grúa.
- Orden 891/1980 de 14 de Abril y la orden de 9 de Abril de 1981 para la instalación y uso de paneles fotovoltaicos.
- Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero de Medidas Mínimas de Accesibilidad a los Edificios.
- Ley de prevención de riesgos laborales (Ley 31/1995).
- Normas sobre Redacción de proyectos y dirección de Obras de Edificación, según Real Decreto 129/1985, de 23 de Enero
- Real Decreto 49/2009 que regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero y la ejecución de los rellenos con tierras o rocas.

## **8.2.- BIBLIOGRAFÍA**

- Libros

- “La estructura metálica hoy”. Tomos I y II., Ramón Argüelles Álvarez.
- Ed. Técnicas y Científicas MBH, 1999.
- “Timoshenko: Resistencia de materiales”, Gere James M.

- “Arte de proyectar en arquitectura”, Ernst Neufert.
- “Acero laminado: Prontuario”, Nicolas Larburu.
- “Construcciones metálicas”, F. Rodríguez Avial.
  
- Páginas web:
  - [www.erandio.net](http://www.erandio.net)
  - [www.bizkaia.net](http://www.bizkaia.net)
  - [www.boe.es](http://www.boe.es)
  - [erandiopgou.com](http://erandiopgou.com)
  - [www.hiansa.com](http://www.hiansa.com)
  - [www.constructalia.com](http://www.constructalia.com)
  - [www.jaso.com/es/la-empresa](http://www.jaso.com/es/la-empresa)
  - [www.roca.es](http://www.roca.es)
  - [www.cype.es](http://www.cype.es)
  
- Prontuarios y catálogos:
  - Prontuario de paneles “ARVAL”.
  - Prontuario de grúas puente JASO.
  - Prontuario de forjados de chapa colaborante HIANSA.
  - Prontuario de puertas cortafuegos ATHENEA.
  - Prontuario puertas correderas industriales HORMANN.
  - Prontuario sistemas solares KALZIP.
  - Prontuario productos ROCA.
  - Prontuario CM CURBIMETAL.

### **8.3.- PROGRAMAS DE CÁLCULO**

- *Programa CYPECAD*

Para la realización de los cálculos de la estructura en su conjunto, se ha optado por la utilización del programa de cálculo “**CYPECAD**”, desarrollado por CYPE ingenieros S.A.

- *Software de forjados HAINSA*

El Software proporcionado por la empresa HAINSA tiene como objeto dar una solución al cliente del forjado colaborante necesario según las características y solicitudes a las que esté expuesto.

- *Software “GIM”*

“GIM” es un software registrado para el análisis cinemático y estático, creado por el grupo de investigación COMPMECH en la Universidad del País Vasco UPV/EHU. Este programa se ha utilizado para el diseño de la celosía en lo que a la geometría se refiere.

- *Software CRANEWAY 8.xx*

Software para cálculo de la viga carril del puente grúa.

