

eman ta zabal  
zazu



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



**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

TRABAJO FIN DE GRADO

2013 / 2014

*DISEÑO Y CÁLCULO DE NAVE  
INDUSTRIAL PARA INSTALACIÓN DE  
COGENERACIÓN*

**RESUMEN**

DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO	DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA
NOMBRE: ITXASO	NOMBRE: JAVIER
APELLIDOS: BERGARA ELEJAGA	APELLIDOS: CORRAL SAIZ
	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA
Fdo.: ITXASO BERGARA ELEJAGA	Fdo.: JAVIER CORRAL SAIZ
FECHA: 19-06-2014	FECHA: 19-06-2014

## **ÍNDICE**

### **PÁG.**

1. OBJETO DEL PROYECTO.....	1
2. ALCANCE DEL PROYECTO.....	2
3. DATOS DE PARTIDA.....	3
4. REQUISITOS DE DISEÑO.....	5
4.1 NECESIDADES GENERALES.....	5
4.2 SITUACIÓN ÓPTIMA.....	5
4.3 DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA.....	6
5. SOLUCIÓN PROPUESTA.....	7
6. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL.....	12
7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	13
8. ESTUDIO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	13
9. PLANOS.....	14

## **RESUMEN**

### **1. OBJETO DEL PROYECTO**

El objeto de este proyecto se basa en la construcción de una nave industrial para la posterior adecuación de una planta de cogeneración.

La idea de este proyecto surge de una multinacional del sector energético que pretende invertir parte de sus beneficios en una planta de estas características. Para ello llevó a cabo un estudio de necesidades en la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Este reflejó la posibilidad de construir una instalación de este tipo en la zona industrial de Gamarra.

El propósito es la instalación de una instalación de cogeneración de motor alternativo de gas. Esta dará servicio a la demanda térmica en forma de vapor existente en la zona. Con la energía eléctrica producida se dará servicio a las necesidades de la propia planta, y el resto se venderá a la red.

La multinacional ha encargado a una empresa competente en el sector de la cogeneración el proyecto de construcción de la citada planta de cogeneración. Esta última será la que defina la implantación general con todas las instalaciones necesarias para su correcto funcionamiento. Para poder construir la planta es preciso un proyecto constructivo. Con este fin se redacta el Proyecto que nos ocupa, cuyo alcance será definir la nave que acoja la instalación de cogeneración.

En cuanto al posible impacto ambiental, puede afirmarse que la construcción de la planta y la actividad que en ella se va a desarrollar no producira ningún tipo de contaminación de relevancia.

## **2. ALCANCE DEL PROYECTO**

El proyecto, en base a la implantación general con todas las instalaciones necesarias para el correcto funcionamiento de la planta de cogeneración, define constructivamente la nave.

Se calculará la cimentación estructural de la nave. Las cimentaciones de las bancadas del motor, la caldera y el resto de los elementos que componen la instalación de cogeneración, así como la solera y sus canalizaciones vienen definidas por la empresa encargada del global de la planta y que encarga el presente proyecto.

También se calculará la estructura completa de la nave, estructura metálica, así como los cerramientos de fachada y cubierta con su correspondiente sistema de recogida de aguas pluviales. Se definirá el forjado de entreplanta de la nave adosada y los acabados interiores.

El proyecto no contempla las instalaciones que definen la planta de cogeneración. Esto es labor de la empresa que encarga el presente proyecto. Se dejará definido el espacio físico de los baños con los elementos sanitarios requeridos. Para no interferir en la distribución del conjunto de instalaciones de la planta, se dejarán definidos los parámetros necesarios para ser realizado por el equipo de instaladores de la planta el circuito de tuberías de agua sanitaria y saneamiento. Esto se hará junto con el resto de instalaciones de la planta. Lo mismo se planteará para la recogida de las aguas pluviales procedentes de la cubierta. Se bajarán a través de los canalones y bajarán hasta el suelo, y a partir de ahí, el equipo que se ocupe de realizar la instalación de la planta definirá la red de drenaje para la recogida del conjunto de las aguas pluviales y de las aguas producidas en el interior de la nave.

### **3. DATOS DE PARTIDA**

Se estimará una superficie útil necesaria para albergar la nave industrial de  $1400m^2$ . A continuación, se desglosan los datos de partida que se plantean para llevar a cabo la finalidad y los objetivos anteriores de este proyecto.

Aunque consideremos una nave industrial, se detalla por separado las dimensiones de las diferentes partes en las que está dividido dicho edificio industrial.

Para el caso de la zona destinada a la instalación de cogeneración, se trata de planta rectangular con una cubierta a dos aguas y construida por una sucesión de pórticos paralelos en su sentido longitudinal. Sus dimensiones en planta serán de 20 metros de luz por 50 metros de longitud, con una sucesión de 11 pórticos. Tiene una superficie en planta de  $1000 m^2$ .

La altura que alcanza el edificio estará en torno a los 11 metros hasta la cumbrera aunque con una inclinación del 10% para la cubierta. En el interior de esta zona irán ubicados el motor, la caldera y demás elementos auxiliares. Además, se ha previsto un puente grúa de 2.500 kg para labores de mantenimiento.

La nave adosada se trata de una planta de 20 m de luz y 20 m de longitud, lo que la hace una planta cuadrada, siendo esta de dos plantas. Cuenta con una cubierta a dos aguas, construida por una sucesión de 5 pórticos y la altura de cada una de las plantas será de 5 m. En definitiva, la nave adosada tiene una superficie de  $400m^2$  los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

1ª Planta:

- Taller de reparaciones: ocupa una superficie de  $140m^2$ , estará destinado a realizar reparaciones de los diversos elementos auxiliares que componen la instalación.
- Almacén: de superficie de  $100 m^2$  destinado a la recepción y almacenaje de material requerido por los diversos elementos auxiliares que componen la planta, tal como utillaje para mantenimiento, material para reparaciones, aceites de lubricación, etc.

- Dos vestuarios: de 40  $m^2$  cada uno. Estará equipado con dos lavabos, dos wc y cuatro duchas, además de sus correspondientes bancos con percheros.
- El espacio restante será ocupado por un hall a la entrada y una pequeña zona desde donde se accederá a la nave principal gracias a la existencia de una segunda puerta.

2ª Planta:

- Espacio de oficinas: con una superficie de 92  $m^2$  donde se llevará el control de la instalación.
- Sala comedor: con una superficie de 70  $m^2$  en ella se instalarán diversos elementos útiles de cocina, para que los empleados puedan utilizarla.
- Una sala de reuniones: con una superficie de 50  $m^2$ .
- Despacho del Director General de la planta: con una superficie de 50  $m^2$ .
- Dos baños: con una superficie de 16  $m^2$ .

El recinto exterior cuenta con una serie de aparcamientos donde podrán aparcar tanto turismos como camiones. Estos estarán situados a mano izquierda según se entra, y en la parte posterior de la nave se encuentran los aparcamientos para camiones, con espacio suficiente para maniobrar.

## **4. REQUISITOS DE DISEÑO**

### **4.1 NECESIDADES GENERALES**

Existe un gran número de factores a tener en cuenta a la hora de decidir la ubicación de la planta, dependiendo sobre todo del tipo de actividad que se desarrolle en su interior.

Se pueden definir algunas necesidades generales, como son:

- Existencia de suelo apto por condiciones físicas: topografía, características geológicas...
- Accesibilidad con áreas residenciales y urbanas.
- Transporte público.
- Disponibilidad de infraestructuras: agua, electricidad, gas, saneamiento.
- Impactos ambientales sobre el paisaje y otros valores naturales.

### **4.2 SITUACIÓN ÓPTIMA**

La planta de cogeneración se localiza en la ciudad de Vitoria, concretamente en la zona industrial de Gamarra, situada a las afueras del centro urbano, en la calle de Barrachi.

Esta zona está caracterizada fundamentalmente por la existencia de medianas empresas dedicadas a distintos ámbitos de la actividad empresarial. Colindante con ella se encuentran las zonas industriales de Arriaga y Betoño. Esto sitúa a la planta en un ambiente industrial, con todas las ventajas que ello conlleva. La zona garantiza la existencia de todas las infraestructuras y servicios necesarios para la correcta implantación y mantenimiento futuro de la instalación. La localización en la ciudad de Vitoria aporta una buena red de comunicaciones, además de un ambiente laboral adecuado, en tanto en cuanto, la zona residencial se encuentra próxima al lugar de trabajo. Esto permite al personal acudir al trabajo en la red de transporte urbano. Los autobuses son numerosos a lo largo de todo el día, en concreto la línea 9 TUVISA.

A todo lo expuesto anteriormente hay que añadir el estudio hecho por la multinacional en relación a la viabilidad de una planta de cogeneración en esta zona. Tras un análisis de necesidades de la zona y de la posibilidad de futuro se ratificó la validez de la inversión. Con esto podemos decir que podemos considerar como buena la localización elegida para la implantación de la planta.

### **4.3 DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA**

El emplazamiento será un terreno llano, prácticamente horizontal, no presentando grandes irregularidades.

La parcela tiene una forma rectangular de 70 x 80 m ( $5600m^2$ ), de los cuales  $1400m^2$  son ocupados por la planta. Esta tiene la entrada por la calle de barrachi. Está colocada cumpliendo con toda las especificaciones marcadas por el Ayuntamiento. Su situación permite el tránsito de los vehículos pesados requeridos tanto en el montaje de la instalación como en su posterior estado de funcionamiento.

Según se entra la nave queda a la derecha, y a la izquierda queda la zona de los aparcamientos; una hilera de aparcamientos situados en batería. En la parte de atrás la planta colinda con un almacén de grandes dimensiones. Esta localización sitúa a la planta en un lugar que no entraña ningún problema para su correcto funcionamiento.

La parcela cuenta en sus proximidades con todas las instalaciones de electricidad, gas, telefonía, agua y alcantarillado necesarias para la puesta en marcha de la instalación.



## **5. SOLUCIÓN PROPUESTA**

-Cubierta: panel tipo sándwich suministrado por la empresa “ALUBEL”.

Peso:  $8.6 \text{ kg/ m}^2$

Resistencia:  $537 \text{ kg/m}^2$

Superficie necesaria:  $1400 \text{ m}^2$

-Correas: el perfil escogido para las correas de la cubierta es IPE120. La distancia de separación entre correas es de 1.015 m, lo que hace un total de 11 correas por faldón.

-Cerramiento: panel suministrado por la empresa “ALUBEL”.

Peso:  $7.81 \text{ kg/m}^2$

Resistencia:  $4806.9 \text{ N/m}^2$

Superficie necesaria:  $1440 \text{ m}^2$

-Correas laterales: el perfil escogido para las correas de la cubierta es IPE140. La distancia de separación entre correas es de 2.5 m, lo que hace un total de 5 correas laterales.

-Pórticos: los perfiles escogidos son para el dintel HEB 360 y para los pilares HEB 600.

*Nave principal:* estará formada por 11 pórticos paralelos con una distancia de 5m entre ellos.

*Nave adosada:* estará formada por 5 pórticos paralelos con una distancia de 5m entre ellos.

-Pilarines: servirán para soportar las cargas que producen las correas y cerramiento laterales del pórtico cuando el viento incide sobre ellos. El perfil escogido es IPE 180. Se colocarán tres en los pórticos de cierre y tendrán una distancia de separación de 5m entre ellos.

-Arriostramiento: se dispondrán en el plano del faldón y en las paredes laterales. Estarán formados por tubos cuadrados de 70mm y 0.50 mm de espesor. Su misión es formar una

viga de celosía que impida los desplazamientos horizontales de los pórticos debidos a la acción del viento.

### -Cimentaciones

#### *Zapatas de pilares*

Se construirán con hormigón H-200. Tendrán sección rectangular cuyas dimensiones serán las siguientes:

$$a=3250 \text{ mm}$$

$$b= 2000 \text{ mm}$$

$$h =1300 \text{ mm}$$

$$d= h - \text{recubrimiento}=1250\text{mm}$$

Llevarán una capa de 50 mm de espesor de hormigón de limpieza.

Se colocarán 8 varillas de 16 mm de diámetro con una separación de 27 cm entre ellas para la armadura principal.

Se colocarán 12 varillas de 10 mm de diámetro con una separación de 28.5 cm entre ellas para la armadura transversal.

#### *Zapatas de pilarines*

Se construirán con hormigón H-200. Tendrán sección rectangular cuyas dimensiones serán las siguientes:

$$a=2500 \text{ mm}$$

$$b= 1750 \text{ mm}$$

$$h =1000 \text{ mm}$$

$$d= h - \text{recubrimiento}=950\text{mm}$$

Se colocarán, 7 varillas de 12 mm de diámetro con una separación de 27,5 cm entre ellas para la armadura principal.

Se colocarán, 9 varillas de 6 mm de diámetro con una separación de 30 cm entre ellas para la armadura transversal.

Llevarán una capa de 50 mm de espesor de hormigón de limpieza.

#### *Zapatas de pilares de entreplanta*

Se construirán con hormigón H-200. Tendrán sección rectangular cuyas dimensiones serán las siguientes:

$$a=2500 \text{ mm}$$

$$b= 1750 \text{ mm}$$

$$h =1000 \text{ mm}$$

$$d= h - \text{recubrimiento}=950\text{mm}$$

Se colocarán, 7 varillas de 12 mm de diámetro con una separación de 27,5 cm entre ellas para la armadura principal.

Se colocarán, 9 varillas de 6 mm de diámetro con una separación de 30 cm entre ellas para la armadura transversal.

Llevarán una capa de 50 mm de espesor de hormigón de limpieza.

#### *Viga de atado*

Se construirá con hormigón H-200. Será de sección rectangular de dimensiones 300 x 350mm. Llevará una capa de 50 mm de espesor de hormigón de limpieza.

La armadura longitudinal estará constituida por 4 barras corrugadas de acero B400s de 16 mm de diámetro. Los estribos serán construidos por barras corrugadas de acero B400S de 8 mm de diámetro e irán separados entre sí una distancia de 200mm. Llevarán un radio de doblado de 30mm e irán sujetos mediante cierre con ganchos a 45° y con una longitud libre de 48mm.

-Puente grúa:

Para tener la posibilidad de manipular los elementos de motor, y demás elementos, se coloca una grúa puente birraíl de la empresa “Grúas Jaso”. La grúa-puente, que recorrerá longitudinalmente la nave principal, tiene una luz de 20 metros y se desplazará durante los primeros 30 metros deslizándose sobre dos carriles de rodadura elevados y apoyados en ménsulas situadas a una altura de 8 metros sobre el nivel del suelo interior del edificio.

Características generales:

- Catálogo Grúas Jaso
- Puente grúa birraíl
- Capacidad: 2.500 kg
- Reacción máxima: 2660 kg
- Reacción mínima: 1285 kg
- Distancia entre ruedas: 3250 mm
- Luz: 20m

Entreplanta:

La entreplanta se instala en la nave adosada con el fin de lograr un mayor aprovechamiento de la misma. La entreplanta se destinará para la implantación de las oficinas, comedor, baños y despacho del director general de la planta.

Se logra gracias a la entreplanta un mayor aprovechamiento y unos huecos con mayor amplitud

La entreplanta está constituida por forjado unidireccional con bovedillas cerámicas y viguetas de perfiles IPE de acero S275JR. La capa de hormigón de compresión de 4cm.

La entreplanta abarca cinco pórticos y toda la luz entre pilares del mismo pórtico, dando así, una superficie de  $20 \times 20m^2$ .

Las viguetas tienen una distancia de separación de 1m (área tributaria). Se consideran como vigas continuas de 20m multiapoyadas con distancia entre apoyos de 4m (4 vanos) puesto que descansarán sobre vigas distanciadas entre sí 4m.

Las vigas estarán unidas a los pilares que soportarán todo el forjado, estas uniones serán empotradas. Salvo las vigas situadas entre pilares de pórticos las cuales estarán articuladas. Los pilares a su vez estarán empotrados en las zapatas.

## 6. PRESUPUESTO

Cimentaciones.....	51.989, 9 €
Cerramientos de cubierta y lateral.....	38.177,96 €
Estructura metálica.....	193.095,07 €
Grúa puente.....	13.960 €
Techos.....	4.582 €
Suelos.....	4.977 €
Tabiquería.....	4.029 €
Carpintería metálica.....	13.950, 22 €
Sistema de recogida de aguas.....	6.696,55 €
Protección contra incendios.....	4.729,27 €
Iluminación.....	5.330, 7 €
Seguridad y salud.....	3.121,7 €
Gastos generales (15%).....	49.601, 8 €
Beneficio industrial (16%).....	52.908,58 €
IVA (21%).....	90967,7€
Proyecto y dirección de obra (8%).....	41.932,7 €
	<hr/>
	566.091,45€

**PRESUPUESTO TOTAL.....566.091,45 €**

Asciende el presupuesto total de ejecución del proyecto a la expresada cantidad

**QUINIENTOS SESENTA Y SEIS MIL NOVENTA Y DOS EUROS**

## **7. ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD**

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de la presente obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes, enfermedades profesionales y los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento. También establece las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

En aplicación del presente Estudio, el o los Contratistas elaborarán el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. Con este Estudio y con el Plan de Seguridad elaborado por el Contratista, se pretende dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo.

## **8. ESTUDIO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

Se realiza este documento con el fin de establecer el cumplimiento de los requisitos y condiciones que debe cumplir la instalación para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes. Para ello se desarrolla el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (R.D. 2267/2004)

## **10. PLANOS**

En el proyecto se incluirán los siguientes planos:

<b><u>Nº PLANO</u></b>	<b><u>PLANO</u></b>	<b><u>FORMATO</u></b>
N1	Emplazamiento	A3
N2	Fachadas I	A1
N3	Fachadas II	A1
N4	Distribución 1ª planta	A3
N5	Distribución 2ª planta	A3
N6	Planta pilares	A1
N7	Pórtico	A1
N8	Detalles pórtico	A1
N9	Arriostramiento lateral	A1
N10	Planta cubierta	A1
N11	Planta cimentación	A1
N12	Viga carril	A1
N13	Entreplanta	A1
N14	Instalación contra incendios 1ª planta	A3
N15	Instalación contra incendios 2ª planta	A3
N16	Instalación pluvial	A2
N17	Iluminación 1º planta	A3
N18	Iluminación 2ª planta	A3